

UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
U.E.R. FACULTE DE MEDECINE GRANGE-BLANCHE

Année 1980 - N° 504

BIOMETRIE FŒTALE.

**Etude sur la croissance fœtale à propos
de 1318 dossiers d'échographie ultrasonore.**

**Essai de corrélation avec les mensurations
à la naissance.**

THESE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - LYON I

et soutenue publiquement le 19 Décembre 1980

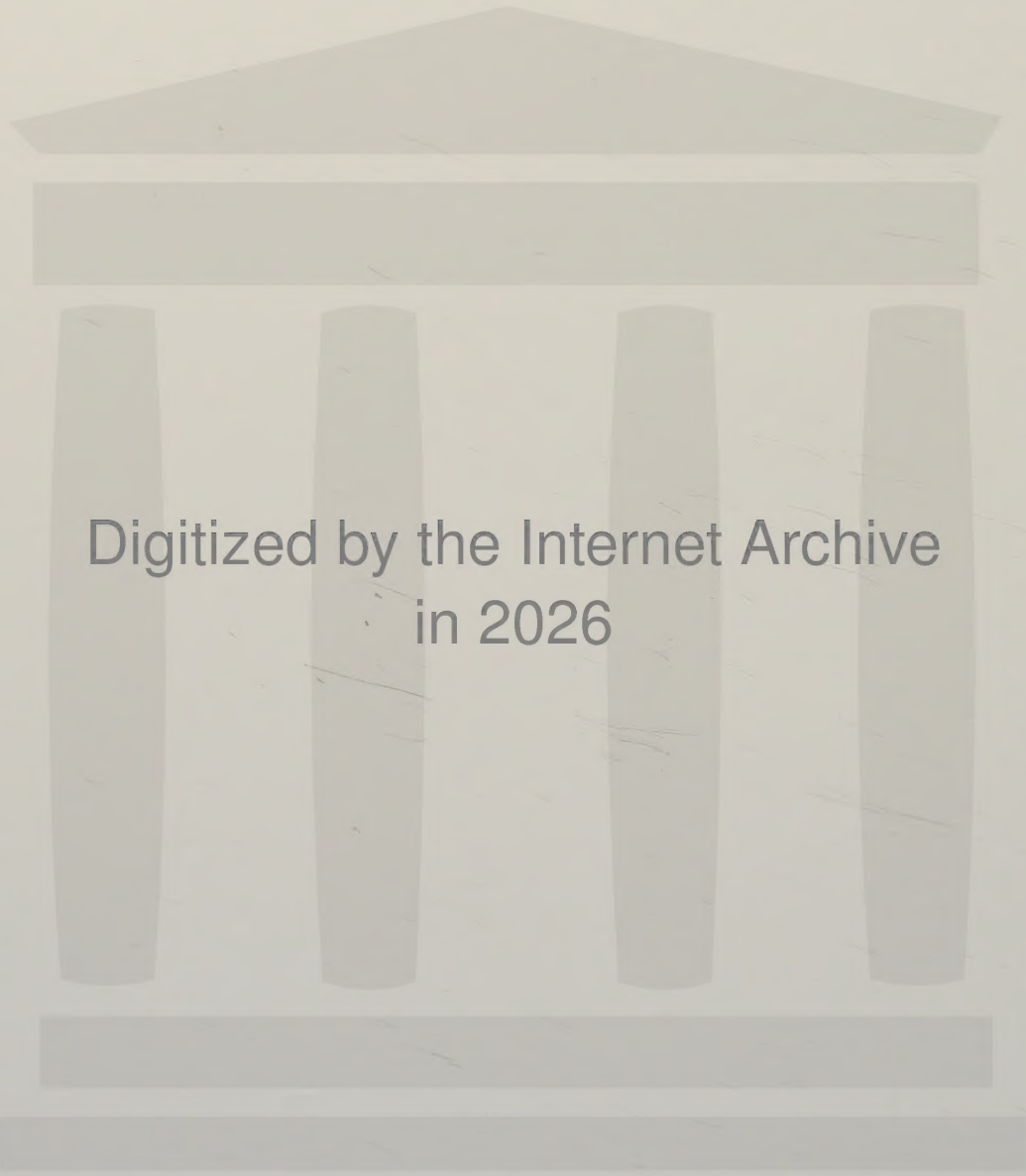
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Marie-Christine ROUX épouse CLEMENT

née le 28 Août 1951

à ALGER (Algérie)



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554204_0025

UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
U.E.R. FACULTE DE MEDECINE GRANGE-BLANCHE

Année 1980 - N°

BIOMETRIE FŒTALE.

**Etude sur la croissance fœtale à propos
de 1318 dossiers d'échographie ultrasonore.**

**Essai de corrélation avec les mensurations
à la naissance.**

THESE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - LYON I

et soutenue publiquement le 19 Décembre 1980

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Marie-Christine ROUX épouse CLEMENT

née le 28 Août 1951

à ALGER (Algérie)

BIOMETRIE FETALE.

Etude sur la croissance fœtale à propos
de 1318 dossiers d'échographie ultrasonore.
Essai de corrélation avec les mensurations
à la naissance.



THESE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - LYON I
et soutenue publiquement le 19 Décembre 1980
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Marie-Christine ROUX épouse CLEMENT

née le 28 Août 1951

à ALGER (Algérie)

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD

LYON I.

Président honoraire : M. le Professeur J. BOIDIN.

Président : M. le Professeur D. GERMAIN.

Premier Vice-Président : M. le Professeur M. DUFAY.

Deuxième Vice-Président : M. J.C. DUPLAN, M.A.

Troisième Vice-Président : Melle ECHALLON, étudiante.

Secrétaire Général de l'Université : M. J. RAMBAUD, Administrateur Civil.

UNITES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE (U.E.R.)

U.E.R. de Médecine GRANGE-BLANCHE

U.E.R. de Médecine ALEXIS-CARREL

U.E.R. de Médecine LYON-NORD

U.E.R. de Médecine LYON-SUD

U.E.R. Faculté de Pharmacie

U.E.R. de Techniques de Réadaptation

U.E.R. de Biologie Humaine

U.E.R. E.P.S.

U.E.R. Faculté d'Odontologie de Lyon

U.E.R. de Mathématiques

U.E.R. de Physique

U.E.R. de Chimie et Biochimie

U.E.R. des Sciences de la Nature

U.E.R. de Sciences Physiologiques

U.E.R. de Physique Nucléaire

I.U.T. I

I.U.T. II

Observatoire de Lyon

U.E.R. de Mécanique

M. le Professeur Paul ZECH

M. le Professeur René MORNEX

M. Yves MINAIRE, M.C.A.

M. le Professeur Jean NORMAND

M. le Professeur C.A. BIZOLLON

M. le Professeur Alain MORGON

M. Jean-Pierre REVILLARD, M.C.A.

M. Albert MILLON, Prof. d'E.P.S.

M. le Professeur Jean PARRET

M. le Professeur Philippe PICARD

M. le Professeur Jean DELMAU

Madame Annick VARAGNAT, M.A.

M. le Professeur Yves LEMOIGNE

Melle le Professeur J.F. WORBE

M. le Professeur Mark GUSAKOW

M. le Professeur Albert VILLE

M. J. GALLET, Directeur ENSAM

M. G. MONNET, Astronome Adjoint

Melle le Professeur G. COMTE-BELLOT.

Examineurs de la Thèse :

Président : Monsieur le Professeur F. CHARVET

Assesseurs : Monsieur le Docteur D. DARGENT (Maître de Conférences Agrégé).
Monsieur le Docteur J.M. THOULON (Maître de Conférences Agrégé).
Monsieur le Docteur V.A. TRAN-MINH (Maître de Conférences Agrégé).
Monsieur le Docteur E.P. NAUDIN



A ma Mère,

Avec tout mon amour et ma tendresse.

Que ce travail lui apporte le témoignage de ma reconnaissance et de mes remerciements pour ses soins, son soutien, ses encouragements et son affection de tous les instants.

A mon Père,

Trop tôt disparu, qui aurait été si heureux et si fier d'être parmi nous aujourd'hui.

A mon Mari,

Pour la fidélité et le soutien de son amour.

A mes regrettés Grands-Parents,

A toute ma famille,

A tous mes amis.



A NOTRE PRESIDENT DE THESE :

Monsieur le Professeur F. CHARVET,

qui a bien voulu nous faire l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse. Nous espérons ne pas l'avoir déçu dans ce travail.

Nous le remercions vivement et lui exprimons toute notre gratitude.

Qu'il soit également assuré de notre profond respect.



A NOS JUGES :

Monsieur le Docteur D. DARGENT

Nous avons pu apprécier la richesse de sa culture et la qualité de son enseignement.

Nous lui sommes reconnaissant de nous faire l'honneur de nous juger.

Qu'il soit assuré de notre déférente admiration.

Monsieur le Docteur J.M. THOULON

Il est l'inspirateur de cette thèse.

Nous le remercions de son soutien efficace et éclairé tout au long de ce travail.

Nous bénéficions chaque jour de ses conseils et de sa compétence.

Nous admirons l'esprit de perfection qui l'anime. Il nous fait l'honneur d'être notre juge. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre respectueuse admiration.

Monsieur le Docteur V.A. TRAN-MINH

Qui a accepté avec gentillesse de faire partie de notre jury et que nous remercions vivement pour cette tâche supplémentaire.

Monsieur le Docteur E.P. NAUDIN

C'est grâce à sa coopération et à celle de son équipe que ce travail a pu être fait.

Nous avons pu apprécier son expérience et en bénéficier lors de notre passage dans son service.

Nous le remercions d'avoir accepté de siéger parmi nos juges et nous l'assurons de notre respectueuse considération.

A Monsieur le Professeur M. DUMONT

Il nous a admis parmi ses élèves pour notre spécialité.

Nous l'avons toujours trouvé disponible et aimable.

Qu'il trouve ici l'expression de notre regret de son absence à la soutenance de notre thèse et l'assurance de notre sentiment respectueux et dévoué.

A Mademoiselle le Docteur C. COICAUD

Nous lui sommes reconnaissante de l'aide qu'elle nous a apportée en nous initiant à l'échographie obstétricale : elle nous a permis de mener à bien ce travail.

Qu'elle en soit sincèrement remerciée et qu'elle trouve ici l'assurance de notre affectueuse amitié.

A Monsieur P. ADELEINE

du Centre d'Informatique des Hospices Civils de LYON

Nous le remercions vivement pour sa gentillesse et pour l'intérêt et la patience qu'il a porté à ce travail en réalisant tous les calculs statistiques longs et compliqués. Nous avons pu admirer sa compétence.

A la mémoire de Monsieur le Docteur COLONNA

Mon premier médecin de famille qui joua un rôle déterminant dans ma vocation.

Au personnel soignant de la Maternité de la Croix-Rousse.



SERMENT D'HIPPOCRATE



En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples, je promets et je jure au nom de l'Etre suprême d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser les crimes.

Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis resté fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.



Cette thèse traite de l'utilisation diagnostique des ultrasons en Obstétrique et de leur apport dans la surveillance de la croissance foetale in utero.

Après un rappel de quelques notions historiques et une description du matériel utilisé et de nos méthodes, nous exposerons les résultats obtenus :

- essai de classification des enfants d'après leurs mensurations à la naissance et étude au sein de chaque classe de la courbe de croissance.
- essai de construction de courbes de croissance propres à la population des femmes suivies à la maternité de la Croix-Rousse à Lyon.
- confrontation de ces résultats avec ceux de la littérature.



PLAN

I. INTRODUCTION

II. GENERALITES SUR LES ULTRASONS

1. Définition succincte des ultrasons
2. L'échographie
 - mode A
 - mode B
 - mode TM

III. HISTORIQUE

1. L'examen clinique
 - La hauteur utérine
 - La palpation
2. La radiographie
 - La maturité osseuse
 - Le développement du squelette foetal
 - La céphalométrie radiologique
 - L'appréciation des tissus mous
3. L'échographie ultrasonore
 - La céphalométrie
 - La thoracométrie
 - La mesure de l'abdomen

IV. MATERIEL ET METHODE

1. Populations étudiées
 - La population échographique
 - La population témoin de référence
2. Techniques
 - L'appareillage
 - Les mesures
 - Les techniques utilisées
3. Méthodes statistiques.

V. RESULTATS

1. Courbes pondérales des nouveau-nés en fonction de l'âge de gestation pour les populations échographique et de référence.

Comparaison avec la littérature

2. Classification automatique

3. Courbes moyennes pathologiques et non pathologiques de la population échographique

Comparaison avec les courbes obtenues par la classification automatique.

4. Comparaison des courbes de notre population échographique avec celles actuellement utilisées dans le service.

VI. CONCLUSIONS

VII. ICONOGRAPHIE

VIII. GLOSSAIRE

IX. BIBLIOGRAPHIE.



CHAPITRE I
INTRODUCTION



L'échographie qui dérive des travaux du physicien français Paul LANGEVIN et qui a beaucoup emprunté au monde industriel n'a été introduite en Gynécologie-Obstétrique qu'en 1955.

C'est un minéralogiste français Valentin HAUY qui, en 1817 découvre la piezoélectricité. Plus tard, en 1880 les frères Pierre et Jacques CURIE établissent les lois de la piezoélectricité. GALTON en 1883 fut le premier à produire et expérimenter des sons inaudibles pour l'espèce humaine.

En France, pendant la guerre de 1914-1918, Paul LANGEVIN réussit à produire des ultrasons en transformant en vibration des courants alternatifs de haute fréquence et à transmettre ces sons à travers l'eau. C'est le principe du sonar qui sert à la détection des sous-marins. LANGEVIN fut aussi le premier à étudier les effets biologiques des ultrasons puisqu'il avait noté que les poissons pouvaient être tués par le faisceau ultrasonore.

On doit la première application médicale au neurologue viennois DUSSIK qui tenta en 1942 une exploration du cerveau et la mise en évidence du système ventriculaire.

En 1950 KIEDEL, puis en 1956 RUSHMER explorent les cavités cardiaques.

Les tumeurs mammaires sont étudiées en 1952 par WILD et REID.

C'est un écossais, DONALD, qui en 1955 inaugure l'exploration de la cavité abdominale.

Bientôt tous les viscères sont étudiés : cerveau, appareil urinaire, appareil digestif, coeur, gros vaisseaux, oeil ; l'utilisation de l'effet Doppler permettant l'étude de structures en mouvements.

Ce n'est pourtant qu'en 1958, à cause d'une certaine méfiance à l'égard des ultrasons, que DONALD, MAC VICAR et BROWN appliquent pour la première fois l'examen ultrasonique en obstétrique.

Depuis, une évolution rapide a eu lieu dans l'étude de la croissance foetale normale et pathologique.

Ainsi maintenant, la surveillance échographique de la grossesse participe à la diminution de la mortalité et de la morbidité périnatale.

Actuellement, l'échographie est devenue quasi-irremplaçable en Obstétrique et ce, à tous les stades de la grossesse, et ses applications en Gynécologie-Obstétrique sont de plus en plus nombreuses.



CHAPITRE II
GENERALITES SUR LES ULTRASONS



Les ultrasons sont des ondes mécaniques dont la fréquence est située au-dessus du seuil de perception de l'oreille humaine (soit 16 KHz) et au-dessous de 150 MHz. La zone de fréquence utile en médecine se situe entre 1 et 15 MHz, soit des vibrations allant de 1 à 15 millions de cycles par seconde.

NATURE	FREQUENCE
Infrasons	0 – 16 Hz
Sons	16 Hz – 16 KHz
Ultrasons	16 KHz – 150 MHz
Hypersons	> 150 MHz
Ultrasons : application médicale	1 – 15 MHz

Classification des sons selon leur fréquence.

La production des ultrasons se fait par transformation des vibrations électriques de courants alternatifs de haute fréquence en vibrations élastiques grâce au caractère piezoélectrique de cristaux (Quartz - Titanate de Baryum).

La sonde utilisée est à la fois émettrice et réceptrice d'ultrasons.

De nombreuses publications ayant déjà fait l'objet de l'étude des propriétés physico-chimiques et des effets biologiques des ultrasons, nous n'en aborderons pas ici le sujet. (17, 70, 41, 66, 25).

Le faisceau d'ultrasons émis par la sonde est renvoyé différemment par les obstacles qu'il rencontre. L'écho de retour est capté par la même sonde "à l'écoute".

L'écho capté peut être étudié de 2 façons :

1. Selon le mode A (ou A-scan) ou échographie unidimensionnelle.

La sonde étant immobile en face de l'objet à examiner, chaque interface renvoie un écho.

Les échos captés sont visibles sur un écran cathodique sous forme de déflexions verticales (pics)

s'élevant à partir d'une ligne horizontale ("ligne de base") qui est une ligne de temps conversion des distances.

L'amplitude du pic est fonction de l'intensité de l'écho dont il est le témoin.

Le mode A permet des mesures ; mais aussi la détection de mouvements rapides et réguliers comme les battements cardiaques ou les mouvements foetaux.

2. Selon le mode B (ou B-scan) ou échographie bi-dimensionnelle.

La sonde est déplacée de façon variable selon un plan de coupe de l'objet à examiner. En chaque point du déplacement de la sonde, des échos identiques à ceux obtenus en mode A s'inscrivent ligne après ligne sous forme de points lumineux dont la juxtaposition par rémanence de l'écran cathodique forme une véritable tomographie de la région balayée d'où le nom d'échotomographie.

Le mode B permet d'obtenir, par la représentation cartographique de chaque coupe et par leur répétition, une représentation spatiale du fœtus dans l'utérus de la femme et de dessiner les différentes structures qui le composent.

3. Le mode TM (ou "time-motion") :

La sonde est immobile face à l'objet à examiner.

Les signaux obtenus en mode A sont mieux visualisés par un déroulement de l'écran (analogue à l'enregistrement d'un électrocardiogramme).

C'est une sommation du mode A dans le temps, figurant les mouvements.

Le mode TM est surtout le domaine de l'échocardiographie adulte mais il permet chez le fœtus aussi, l'étude des mouvements des valves cardiaques ainsi que celle des mouvements thoraciques respiratoires.



CHAPITRE III

HISTORIQUE



Avant l'ère des ultrasons l'estimation du poids foetal à un âge de gestation donné et l'appréciation de la croissance intra utérine du fœtus étaient difficiles.

Le dépistage du retard de croissance se faisait surtout grâce à l'examen clinique et à la radiologie.

1. L'examen clinique :

Pendant très longtemps, les seuls moyens offerts aux obstétriciens pour suivre la croissance foetale ont été le palper abdominal, la mesure de la hauteur utérine et du périmètre ombilical maternel.

Les travaux de LYONNET (46), INSLER (30), LOEFFLER (45) et PITKIN (57) montrent que le palper abdominal ne permet qu'une approximation grossière du poids de l'enfant avec une erreur de plus ou moins 500 grammes pour 10 à 20 pour cent des cas et admettent que le poids d'un petit fœtus est généralement surestimé.

LIND (44) en 1970 rappelle que sur le plan statistique un pronostiqueur qui estimerait sans examen le poids de naissance à terme à 3400 grammes pour tous les enfants aurait raison dans 70 pour cent des cas à 450 grammes près.

L'appréciation chiffrée du volume utérin par la mesure de la hauteur utérine et du périmètre ombilical maternel permet une meilleure corrélation que la palpation simple ainsi que l'ont montré POULOS et LANGSTADT en 1953 (58) puis JOHNSON et TOSHACH en 1954 (33) et enfin, LEROY en 1973 (37). Ces auteurs prônent la pratique systématique de courbe de croissance de la hauteur utérine et du périmètre ombilical afin de suivre la dynamique de l'évolution du volume utérin. Il est cependant nécessaire de connaître exactement l'âge de gestation.

WESTIN (73) décrit le "gravidogramme", regroupant les mesures de la hauteur utérine, du périmètre abdominal, du poids et de la tension artérielle maternels, du score de Bishop modifié. Il estimait apprécier, encore en 1977, le retard de croissance dans 75 pour cent des cas et le diagnostic de grossesse gémellaire dans 86 pour cent des cas sans préciser à quel stade de la grossesse ce diagnostic peut être porté.

De nombreuses erreurs dues à l'âge de gestation erroné ou inconnu, à l'épaisseur de la paroi abdominale maternelle, au type et à la hauteur de la présentation, à la présence ou non d'hydramnios, à l'expérience de l'opérateur ont fait douter de la constante efficacité de ce mode de dépistage et ont fait rechercher une amélioration diagnostique par l'utilisation des ultrasons. Il n'en reste pas moins vrai que ces paramètres cliniques doivent être suivis et que le fait de les répéter sur des courbes évolutives constitue un moyen supplémentaire d'apprécier les troubles de la croissance foetale.

2. La radiologie :

Les techniques radiographiques ont tenté d'apprécier la croissance foetale de nombreuses façons différentes :

a) La maturité osseuse :

La radiographie simple du contenu utérin fournit des critères de maturité foetale par l'examen des points d'ossification foetaux au niveau des épiphyses (MAGNIN — NAUDIN — THOULON - 51) :

— point calcanéen	24-26 semaines
— point astragalien	26-28 semaines
— point fémoral inférieur de BECLARD	
3 mm	36 semaines (85 % des cas)
9 mm	40 semaines
— point tibial supérieur de TODT	40 semaines (60 % des cas)
— point cuboïdien	40 semaines.

Cet examen permet une approche de la maturité et de l'âge de gestation mais ne saurait apprécier la croissance foetale.

b) Le développement du squelette foetal :

La méthode de WEGRAD (72) en 1937 tente de mesurer la longueur de la colonne vertébrale depuis la base du crâne jusqu'à la pointe du sacrum.

Celle de SZEBOK (67) en 1957 reprise par DELLENBACH et MULLER en 1967 mesure la longueur de la colonne lombaire ou l'axe qui la soutend de l'angle antéro-inférieur de D₁₂ à l'angle antéro-inférieur de L₅.

HODGES en 1937 essaie de mesurer la diaphyse fémorale quand elle est parallèle au film (28).

Toutes ces méthodes font intervenir un facteur d'agrandissement radiographique et un coefficient permettant d'estimer à partir d'une de ces mesures, la taille et le poids du foetus.

c) La céphalométrie radiologique :

Dès 1929 SCAMMON et CALKINS (63) montrent une relation entre le développement foetal et l'âge gestationnel par la mesure du périmètre céphalique sur les radiographies.

En 1933, MAC DONALD et THOMAS (47) estiment la croissance du bipariétal à environ 1 millimètre par semaine après 36 semaines ; CRICHTON en 1953 (12) admet aussi ce chiffre. Par contre REECE en 1935 (61) l'estime à 2,7 millimètres par semaine.

En 1957 MENGERT et KORKMAS (54) rejettent la méthode en insistant sur les imprécisions de la technique du fait des distorsions de projections.

Toutes ces méthodes nécessitent des irradiations répétées du foetus dont on connaît les dangers ; pourtant en 1973, CHESKY (10) mesurait encore radiologiquement la circonférence du crâne pour apprécier le poids foetal.

d) Appréciation des tissus mous :

En 1977, OGITA et SUGAWA (55) proposèrent une technique de foetographie, permettant d'apprécier à la fois l'épaisseur du scalp foetal et le rapport du diamètre minimum du fémur à l'épaisseur des tissus mous de la partie externe de la cuisse mesurée au même niveau. Ces deux paramètres auraient, d'après ces auteurs, une grande corrélation avec le poids foetal.

Compte tenu de la recherche souvent compliquée de critères associés à une imprécision relative des mesures radiologiques, des dangers inhérents aux irradiations itératives (risque mutagène, génétique, action carcinogénétique) il semble normal que dans la grande majorité des cas l'arrivée de l'échographie ultrasonore ait détrôné la radiographie.

3. L'échographie ultrasonore :

GANDAR et son école sont les premiers en France à avoir montré l'intérêt et l'innocuité des ultrasons (19).

a) La céphalométrie :

C'est en 1958 que DONALD, MAC VICAR et BROWN (15) utilisent les ultrasons pour la première fois en obstétrique.

DONALD (16) en 1961 et WILLOCKS (75) en 1962 rapportent les premières mesures du diamètre bi-pariétal in utero. Par des contrôles répétés du diamètre bi-pariétal les auteurs se sont attachés au début à prouver l'exactitude de la méthode.

La précision de la mesure ultrasonique est estimée à plus ou moins 3 millimètres par KOHORN (34), HELLMANN (26), BOOG (2), HINSELMANN (27), CAMPBELL (5), KRATOCHWILL (35), SCHER (64) et LEVI (42). Actuellement, cette précision a évolué et l'on arrive avec les progrès de la technique et l'entraînement du manipulateur à une estimation de plus ou moins 1 millimètre.

L'intervalle idéal entre deux mesures est estimé à 3 semaines par DAVIDSON, LIND, FAAR (14).

Les travaux suivants sont consacrés à la corrélation existant entre la mesure ultrasonique du diamètre bipariétal et le poids foetal. Il est possible, pour THOMPSON (68), HELLMANN (26), KOHORN (34), KRATOCHWILL (35), BOOG (2) et LEVI (40), d'estimer le poids foetal avec une approximation de 400 à 500 grammes.

Cette notion d'estimation du poids foetal a pris de plus en plus d'importance. Ainsi, WILLOCKS (76), BOOG (2), OJALA (55), CAMPBELL (5), GARRET (21), KRATOCHWILL (36) attirent l'attention sur l'inflexion de la croissance céphalique vers la 36^e semaine chez l'hypotrophique. Cette inflexion semble d'autant plus importante que le retard de croissance in utero est plus sévère. Or, ces auteurs montrent aussi, que certains enfants hypotrophiques peuvent avoir une courbe de croissance normale du diamètre bi-pariétal.

Plusieurs d'entre eux (BOOG (3), CAMPBELL et DEWHURST (6), LEVI (39), QUEENAN et coll. (60), WHETAM et coll. (74) estiment à environ 50 pour 100 le pourcentage de diagnostic d'hypotrophie par le diamètre bi-pariétal seul.

Les travaux de GRUENWALD (22) et de PINAUD (56) prouvent, eux, que le cerveau est un organe privilégié, longtemps épargné par le retard de croissance in utero alors que le déficit pondéral est plus précoce par perte du tissu adipeux.

C'est ainsi que de nombreux cliniciens intéressés par l'étude échographique de l'hypotrophie foetale ont cherchés à compléter la céphalométrie par l'étude du diamètre transverse abdominal

et du diamètre thoracique transversal qui doivent être logiquement touchés beaucoup plus précocément que le diamètre bi-pariétal.

La mesure du diamètre bi-pariétal présente un intérêt certain dans l'appréciation de l'âge de gestation quand elle est pratiquée entre la 12^e et la 20^e semaine de gestation bien que toutefois pour CAMPBELL, dès 1974 (7), des hypotrophies débutantes puissent exister déjà, à 12 semaines de gestation.

On peut donc souligner l'intérêt de pratiquer entre 7 et 12 semaines de gestation une mesure de la longueur crânio-caudale de l'embryon qui permet selon ROBINSON (62) d'évaluer l'âge de gestation à 3 ou 4 jours près.

b) La thoracométrie :

Dès 1965 THOMPSON (68) utilise les ultrasons pour mesurer le périmètre thoracique foetal et le diamètre bi-pariétal, ce qui lui permet d'estimer le poids foetal à plus ou moins 400 grammes près. Toutefois le niveau de coupe thoracique est mal défini.

En 1970, GARRET (20) identifie le thorax comme un cercle à l'intérieur duquel apparaît un cercle plus petit représentant le coeur foetal. L'ensemble de cette coupe étant perpendiculaire aux échos denses caractéristiques de la colonne vertébrale.

En 1971, GARRET fait des mesures du thorax foetal non pas au niveau du coeur mais de la surface de plus grande section correspondant à la 11^e et à la 12^e vertèbre dorsale, c'est-à-dire au niveau d'un plan situé entre les reins foetaux et le coeur.

La même année, THOMPSON (69) à la suite d'une étude sur 1079 nouveau-nés publie ses résultats de mesures des diamètres bipariétal et transversal du tronc faites à la naissance. En comparant celles-ci avec le poids foetal et l'âge de gestation, il estime le poids de naissance à partir du diamètre bipariétal seul avec une erreur de 350 grammes environ. L'approximation est de plus ou moins 364 grammes à partir du diamètre thoracique seul et de plus ou moins 289 grammes en utilisant les deux diamètres.

En 1972, BAYER et ISSEL (1) mesurent sur 100 nouveau-nés les diamètres thoraciques transversal et sagittal au niveau sus-mammellonnaire. Ils mesurent également une tranche de section située à 6 centimètres au-dessous de la précédente et qui correspond à un niveau abdominal.

En 1973, SCHLENSKER (65) décrit une méthode de thoracométrie : c'est une coupe correspondant à la base du coeur et qui est représentée en échographie unidimensionnelle par un écho mobile caractéristique correspondant vraisemblablement à la valvule mitrale ou à la valvule tricuspide. Ses mesures ont permis d'établir des tables d'après lesquelles il est possible de déterminer le poids de naissance avec une approximation de plus ou moins 238 grammes.

BOOG (3) en utilisant la méthode de SCHLENSKER montre que le diamètre thoracique croît linéairement jusqu'au terme en restant inférieur au diamètre du bi-pariétal dont il se rapproche à la fin de la grossesse.

En 1975, LEVI (43) publie une étude portant sur plusieurs diamètres foetaux dont le bipariétal, l'occipito-frontal, les thoraciques transversal et antéro-postérieur et sur les circonférences céphalique et thoracique.

Selon lui, la mesure du diamètre bi-pariétal doit avoir pour référence l'écho médian correspondant aux structures médianes du cerveau. Le diamètre thoracique correspond dans un plan perpendiculaire, au plus grand axe du thorax, là où les battements cardiaques sont vus avec le plus d'intensité.

La même année, ISSEL et PRENZLAU (31) proposent une mesure du tronc dans son ensemble en ajoutant à la coupe transversale thoracique une mesure de la colonne du cou au sacrum.

Cette mesure est plus aléatoire et peu précise du fait de la difficulté d'avoir la colonne dans son entier sur une même coupe échotomographique et de trouver des repères fixes en raison de la courbure du rachis.

c) La mesure de l'abdomen :

En 1973, HANSMANN (24) effectue ses mesures dans un plan de coupe sous diaphragmatique. L'auteur conscient des nombreuses erreurs pouvant provenir d'une ovalisation insiste sur la nécessité d'une technique rigoureuse et sur l'obtention d'une coupe très ronde avec repérage de l'axe de la colonne vertébrale foetale.

HOLLANDER (29) mesure entre le nombril et l'appendice xyphoïde, la circonférence la plus grande de l'abdomen.

VITSE en 1977 (71) propose de pratiquer la demi-somme des diamètres abdomino-transversal et abdominal sagittal (ce qui semble logique si le fœtus est couché sur le ventre où l'abdomen est déformé, mais est superflu dans les cas où l'abdomen est pratiquement rond).

Pour CAMPBELL et WILKIN (8) c'est la circonférence abdominale au niveau d'une coupe passant par la veine ombilicale qui est la mesure la plus fiable dans l'estimation du poids foetal. Le calcul de la circonférence nécessite outre un cliché polaroid, l'utilisation d'un curvimètre. CAMPBELL estime ainsi le poids de naissance à 266 grammes près dans 68 pour 100 des cas et même à 188 grammes près dans 95 pour 100 des cas si le fœtus est de petite taille (poids inférieur à 2350 grammes).

A la suite de CAMPBELL (8) d'HANSMANN et VOIGT (24), il est possible d'établir le rapport entre le diamètre bipariétal et le diamètre thoracique ; ou, comme le fait RENAUD (49) entre le diamètre bipariétal et le diamètre abdominal transverse ; ou encore, entre le périmètre céphalique et le périmètre ombilical comme le fait CAMPBELL. Ce dernier rapport s'inverse vers 34 semaines par augmentation du volume du foie et des graisses sous-cutanées. Ces rapports permettent de dépister plus précocement, à la fois la survenue et le type de retard de croissance intra-utérin.

CHAPITRE IV
MATERIEL & METHODE



1. Populations étudiées :

a) La population échographique :

Grâce à la coopération du service central de Radiologie de l'Hôpital de la Croix Rousse (Service du Docteur NAUDIN) dont la section échographique est dirigée par Mademoiselle le Docteur COICAUD C., nous avons repris tous les dossiers échographiques des années 1978 et 1979, obtenant 1318 dossiers complets avec mensurations des enfants à la naissance. Après élimination informatique, les courbes ont été établies sur 1249 patientes soient 1308 échographies après 12 semaines d'aménorrhée. Ceci correspond à environ 4000 mensurations puisque, lorsque cela est possible, les trois diamètres (bi-pariétal, thoracique transverse, abdominal transverse) sont mesurés au cours d'une même échographie. Aucune sélection à partir d'une éventuelle pathologie (antécédents de grossesse pathologique, macrosomie, diabète, hypertension, grossesse multiple, isoimmunisation, hémorragie) n'a été faite dans le choix de cette population.

b) La population de référence :

La population témoin a été constituée par l'ensemble des enfants nés à la maternité de l'Hôpital de la Croix Rousse à LYON (Service du Professeur DUMONT) du 1er Janvier 1979 au 31 Décembre 1979.

2048 accouchements ont eu lieu pendant cette période dont 2005 naissances d'enfant unique, 21 naissances de jumeaux, 1 naissance triple et 1 quadruple.

Pour ces enfants deux critères seulement sont pris en considération : le poids et l'âge de gestation à la naissance. Cela nous a permis d'établir des courbes de référence du poids en fonction de l'âge de gestation.

2. Techniques :

a) Appareillage :

L'appareil utilisé est l'échographe combiné uni et bidimensionnel ECHOVIEW VI modifié échelle de gris PICKER (diffusé par la société Delhomme).

La sonde manuelle émettrice a une fréquence de 2,25 Megahertz.

La vitesse du son utilisée est de 1540 mètres par seconde.

b) Les mesures :

L'étude est rétrospective touchant toutes les femmes vues en échographies prénatale.

— d'une part il n'a pas été fait de discrimination sur la pathologie, que ce soit sur le recrutement des patientes ou dans l'étude des dossiers.

— d'autre part les mesures prospectives ont été effectuées à des âges de gestation et à un rythme très variables. Nos mesures ont été réalisées pour la plupart entre 11 et 42 semaines d'aménorrhée pour le diamètre bi-pariétal et entre 20 et 42 semaines d'aménorrhée

pour les diamètres thoracique transverse et abdominal transverse. Toutes les mesures ont été effectuées par les mêmes opérateurs.

c) Techniques utilisées :

La patiente est allongée sur le lit d'examen en décubitus dorsal, la vessie pleine (ni trop, ni trop peu), l'abdomen enduit généreusement d'un sonigel spécial favorisant le contact direct de la sonde avec la peau, éliminant ainsi toute interposition d'air ambiant.

La sonde est déplacée au contact de la peau, suivant un plan choisi, en lui imprimant un mouvement adapté aux structures à étudier.

L'image est observée pendant sa formation.

L'examineur peut l'effacer et la reconstruire jusqu'à l'obtention de la coupe souhaitée.

■ *Mesure de la longueur crânio-caudale :*

L'embryon est visible dans près de 100 pour 100 des cas dès 7 semaines d'aménorrhée.

D'abord punctiforme il prend très rapidement une forme allongée puis plus ou moins enroulée sur lui-même, en situation excentrée, à un pôle de l'oeuf.

Dès 11-12 semaines d'aménorrhée, les contours céphaliques deviennent bien reconnaissables.

Le principe de la mesure préconisée par ROBINSON en 1973 comme la distance "Tête fesses" de l'embryon (mesurée entre 6 et 12 semaines d'aménorrhée) repose sur la réalisation en échographie bidimensionnelle d'une série de coupes cherchant à mettre en évidence le plus grand axe de l'embryon. Quand celui-ci est déterminé on met en place 2 curseurs électroniques à ses extrémités, l'affichage numérique de la mesure étant automatique.

■ *Mesure du diamètre bi-pariétal :*

A la suite de "GANDAR et Coll." et de "BOOG et Coll." nous utilisons la technique suivante :

- Repérage au scan-B de la tête foetale et de l'écho médian.
- Contrôle au scan-A de la situation médiane de l'écho de la faux du cerveau foetal entre les échos des deux pariétaux.
- Mesure au scan-A du diamètre bi-pariétal entre la pente ascendante du pic d'entrée (ou proximal) et la pente ascendante du pic de sortie (ou distal) à leur origine.

Pour obtenir le diamètre bi-pariétal réel, il y a lieu de corriger le résultat obtenu sur l'échogramme. En effet, le pic proximal correspond à la première surface osseuse rencontrée : la face externe du premier pariétal, par contre le pic distal correspond à la reflexion du faisceau ultrasonique sur la table osseuse interne du deuxième pariétal. Il faut donc ajouter la valeur du scalp et l'épaisseur de la paroi osseuse. Classiquement, on rajoute 2 millimètres avant la 36^e semaine ou avant le 6^e mois selon les auteurs et 3 millimètres après cette date.

Comme CAMPBELL nous insistons sur la perpendicularité rigoureuse du faisceau d'ultrasons par rapport aux pariétaux du crâne foetal, qui est vérifiée par l'égalité des pics d'entrée et de sortie au scan-A en même temps que par la situation très médiane de l'écho médian.

On sait aussi que, comme l'a vérifié HANSMANN, si le foetus est en siège, la mesure du bi-pariétal est plus faible car la tête moins accommodée, est plus ovalisée.

■ *Mesure du diamètre thoracique transversal :*

Nous utilisons une technique dérivée de celle décrite par SCHLENSKER en 1973 et reprise par "GANDAR et Coll." et "BOOG et Coll."

Le diamètre thoracique transversal est mesuré dans un plan de coupe du tronc foetal passant par la base du coeur.

La base du coeur est mise en évidence par l'apparition sur l'écran du scan-B d'un cercle franc avec à l'intérieur des battements amples et réguliers (vus au scan-A) attribués à la valve mitrale (ou tricuspide).

Avant de pratiquer la mesure il est nécessaire :

- de déterminer la coupe passant par la base du coeur la plus ronde possible.
- de repérer l'axe transversal perpendiculaire à l'axe antéro-postérieur passant par la colonne vertébrale du fœtus.

Cet axe transversal doit passer par un repère important visible au scan-A : pic valvulaire battant à la fois verticalement et horizontalement.

■ *Mesure du diamètre transverse abdominal :*

Nous utilisons la technique décrite par HANSMANN et VOIGT.

A l'aide de l'écran bidimensionnel nous réalisons des coupes séries de l'abdomen maternel afin de repérer la position du corps fœtal.

Nous pratiquons ensuite des coupes transversales au dessous de la partie thoracique fœtale repérée par les échos cardiaques.

Il est nécessaire de déterminer un plan de coupe le plus circulaire possible.

On repère l'entrée de la veine ombilicale visible dans 95 % des cas (encoche claire antérieure au scan-B, qui bat régulièrement au scan A) ou à défaut la poche gastrique comme l'a décrit CAMPBELL.

On construit l'image à ce niveau en mode B.

Il est nécessaire que le diamètre transverse du plan de coupe soit perpendiculaire à l'axe antéro-postérieur de la colonne vertébrale fœtale afin d'éliminer les défauts d'inclinaison qui pourraient augmenter ou réduire le diamètre transversal par ovalisation sagittale ou transversale ("Effet Salami").

3. Méthodes statistiques :

La technique classique du diagramme de régression a été utilisée pour décrire la relation statistique entre l'âge de gestation et le poids de naissance.

L'intervalle de variation des âges de gestation commun à la population de référence et à la population échographique a été subdivisé en périodes d'amplitude égale à une semaine. Etant donné le faible nombre de naissances observées en deçà de 33 semaines d'aménorrhée et au-delà de 42 semaines d'aménorrhée, les périodes extrêmes ont été fusionnées.

Dans chaque période d'âge de gestation le programme informatique a calculé la distribution des poids de naissance et ses principaux paramètres (moyenne, écart-type, quartiles ou percentiles 0,03 - 0,25 - 0,50 - 0,75 - 0,97) pour la population témoin et pour la population échographique. Puis, le programme a représenté graphiquement la correspondance entre le centre de chaque période d'âge de gestation et le poids moyen de naissance de la période (diagramme de régression par rapport à la moyenne). De la même manière les diagrammes de régression par rapport aux quartiles ont été tracés.

En ce qui concerne l'étude de l'évolution des mesures échographiques au cours de la croissance fœtale la population échographique a été préalablement subdivisée en 5 classes. Cette subdivision a été faite au moyen d'un algorithme de classification automatique répartissant les enfants dans les classes en fonction de l'ensemble des paramètres appréciés à la naissance (poids - taille - périmètre crânien - périmètre thoracique - bi-pariétal - segment supérieur) et en tenant compte de l'influence de l'âge de gestation sur ces paramètres.

Les enfants ont été regroupés selon leur âge de gestation à la naissance. Il a ainsi été établi des groupes d'âge (inférieur ou égal à 33 semaines d'aménorrhée, 34-35 SA, 36-37 SA, 38-39 SA, 40-41 SA, $\geq$ 42 semaines d'aménorrhée) au sein de chacun desquels il a été déterminé 5 classes, en fonction de l'ensemble des paramètres appréciés à la naissance (Poids - Taille Périmètre crânien - Périmètre thoracique, Bi-pariétal - Segment supérieur). Puis toutes les classes I (classe de poids le plus petit) de chaque groupe d'âge ont été regroupées, de même pour les classes II, III, IV et V (Classe V : enfants de poids le plus élevé).

Nous avons ainsi créé des classes définitives (I, II, III, IV, V) pour notre classification automatique. Celle-ci avait pour but de permettre d'étudier la croissance foetale sur des groupes plus homogènes, limitant le biais de la pathologie diverse et mal étiquetée, corrigeant l'effet rétrospectif de l'étude, et la précision non toujours suffisante de l'âge gestationnel.

L'algorithme de classification qui a été choisi par le laboratoire d'informatique médicale de l'Hôtel Dieu (Service du Professeur SITE) est dû à Monsieur FAGES de la Faculté des Sciences de Lyon (Programme TAXI utilisable au centre de calcul).

D'autre part, indépendamment des classes formées par la classification automatique la croissance moyenne des mensurations échographiques a été étudiée en fonction de la pathologie de la grossesse.

Notre étude étant rétrospective les différentes patientes de la population étudiée ayant eu des nombres variables d'échographies à des intervalles irréguliers, l'ensemble des mesures n'étant pas toujours enregistrées, il n'a pas été tenu compte des courbes de croissances individuelles.

Enfin, il convient de souligner que ces méthodes statistiques ont été utilisées dans une optique descriptive et non inductive (tests d'hypothèses, intervalle de confiance ...). Autrement dit on considère l'ensemble des patientes de la population échographique non pas comme un échantillon mais comme une population de référence représentative du service de la maternité de la Croix-Rousse.





CHAPITRE V

RESULTATS



CHAPITRE V

RESULTATS



I. COURBES PONDERALES DES NOUVEAU-NES EN FONCTION DE L'AGE DE GESTATION POUR LES POPULATIONS ECHOGRAPHIQUES ET DE REFERENCE.

1. Répartition des poids de naissance en fonction de l'âge de gestation.

En début de notre étude nous avons voulu faire une comparaison des poids de naissance des enfants de la population échographique par rapport à ceux de la population témoin prise comme référence. Ceci, voulait nous assurer que notre population échographique était bien représentative de la population normalement suivie à la maternité de la Croix-Rousse.

Comme LUBCHENKO nous avons réparti les valeurs des poids de naissance des enfants selon la méthode des percentiles (ou quartiles). Nous rappelons que le 3e percentile correspond à une valeur au-dessous de laquelle se situent 3 pour 100 des valeurs mesurées. Le 97e percentile correspond à une valeur au-dessous de laquelle se situent 97 pour 100 des valeurs mesurées. Lorsque la distribution conditionnelle est de type Gaussien, le 50e percentile avoisine la moyenne $\bar{x}$ (x barre) ce que nous avons pu constater au sein de cette première étude.

Les résultats sont plus significatifs entre 36 et 42 semaines d'aménorrhée du fait du nombre important de mesures permettant une plus juste répartition.

Nous avons résumé sur le tableau suivant les données fournies par le programme informatique pour chaque population. L'effectif global de la population témoin est de 2054, celui de la population échographique 1308.

Nous avons établi une courbe représentative du poids en fonction de l'âge de gestation pour les 3e .. 25e .. 50e .. 75e .. et 97e percentiles.

Le poids des enfants à la naissance au sein de chaque population est exprimé en grammes et l'âge de gestation théorique décompté en semaines d'aménorrhée.

La comparaison optique des données et des courbes établies pour chaque population ne montre pas de différence significative. Une étude statistique complète d'un tel tableau aurait trop surchargé le service statistique et nous voulions simplement dans un premier temps nous assurer qu'il n'existait pas de discordance flagrante qui aurait invalidé le reste de ce travail.

2. Comparaison avec les données de la littérature.

Après avoir vérifié que notre population échographique était représentative de la population lyonnaise nous avons aussi voulu comparer notre courbe pondérale avec celles d'autres maternités connues par leur publication.

Nous n'avons malheureusement obtenu de ces maternités que des graphiques desquels nous avons dû extrapoler quelques valeurs.

Nous avons représenté ces valeurs sur notre courbe de la population de référence afin d'en faire une comparaison optique. La comparaison est plus valable entre 36 et 42 semaines d'aménorrhée car dans notre population de référence le faible nombre de naissances en deçà de 35 semaines et au delà de 42 semaines nous a obligé à regrouper les effectifs en période de plusieurs semaines. On note qu'entre 36 et 42 semaines d'aménorrhée il n'y a pas de différence significative entre les deux populations pour les 25e, 50e et 75e percentiles. Il est à préciser que notre population compte un effectif de 2054 poids de naissance alors que celle étudiée par B. LEROY et P. LEFORT en 1971 en comptait 18 122 (38).

Il peut convenir également de tenir compte de nombreux facteurs (ethnie, niveau socio-économique) et d'apporter des corrections en fonction du poids et de la taille de la mère, de la parité, du sexe de l'enfant, le poids des garçons devenant supérieur à celui des filles à partir de la 35e semaine. Cette étude rétrospective n'en a pas fait cas.

Relation poids-âge de gestation pour l'ensemble de la population témoin et l'ensemble de la population échographique :

Population témoin							Population échographique							
Période	Percentiles					$\bar{x}$	Effectif	Percentiles					$\bar{x}$	Effectif
	3	25	50	75	97			3	25	50	75	97		
27.5-33.5	710.40	1342.00	1560.00	1765.00	2531.68	1570.69	29	707.72	1322.50	1580.00	2164.25	3437.32	1767.50	24
33.5-35.5	1212.42	1822.50	2216.67	2691.00	3786.10	2306.75	40	1421.92	1768.00	2273.33	2692.67	3813.60	2325.13	37
35.5-36.5	1828.36	2538.00	2770.00	2972.00	3430.06	2721.04	48	2018.60	2492.00	2720.00	3006.00	3782.20	2759.09	33
36.5-37.5	2196.16	2698.67	2955.00	3281.50	4147.74	3007.22	90	2133.48	2602.67	2850.00	3335.00	3958.84	2963.86	57
37.5-38.5	2348.92	2784.50	3057.50	3307.00	3970.80	3057.74	168	2098.44	2778.50	3090.00	3408.67	4195.08	3091.65	109
38.5-39.5	2494.17	2968.90	3229.00	3490.12	3957.48	3228.90	374	2295.77	2934.83	3178.33	3451.57	3768.78	3187.41	232
39.5-40.5	2647.76	3104.92	3373.64	3643.07	4158.69	3377.22	579	2502.64	3039.75	3343.75	3596.20	.....	3322.83	322
40.5-41.5	2744.76	3144.91	3471.11	3741.78	4232.10	3466.78	469	2729.80	3147.00	3435.00	3705.33	3774.68	3442.68	273
41.5-42.5	2785.44	3253.17	3497.00	3730.50	4312.28	3505.92	216	2636.92	3259.86	3513.33	3852.75	4337.70	3543.01	148
42.5-44.5	2889.04	3226.67	3417.50	3629.00	4289.28	3459.51	41	2591.92	3204.00	3405.00	3683.00	4372.72	3440.68	73

Poids en grammes

5000g

4500g

4000g

3500g

3000g

2500g

2000g

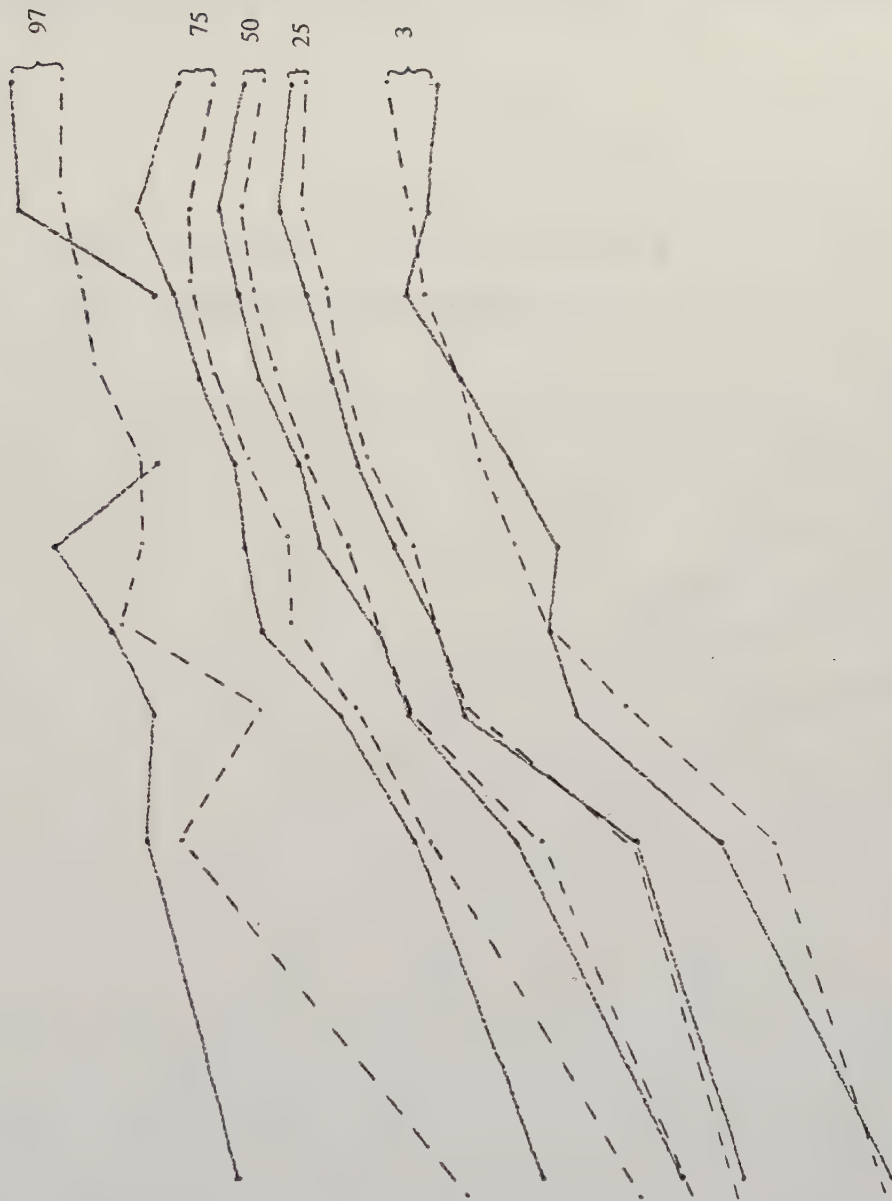
1500g

1000g

500g

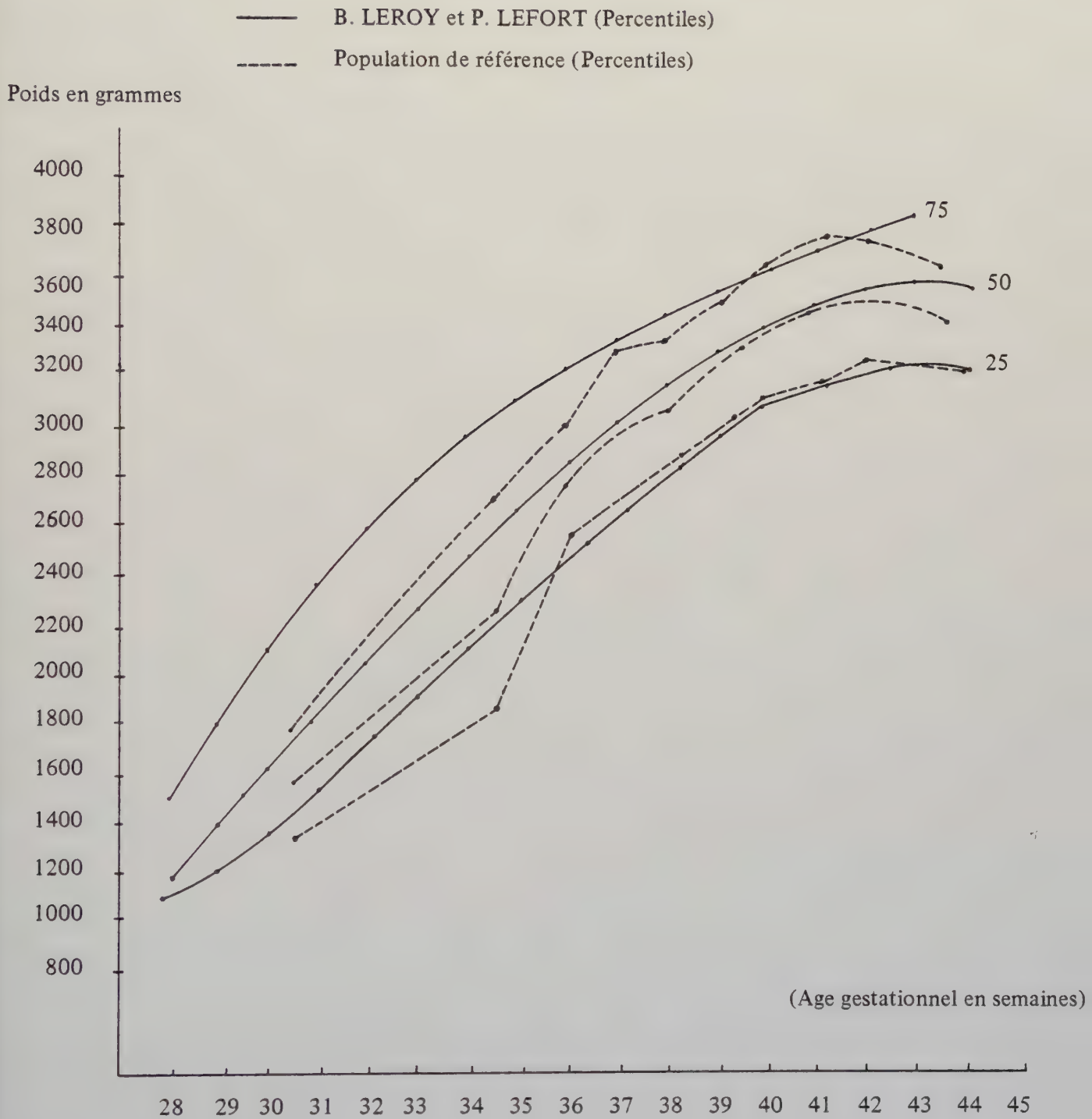
population référence

population échographique



Courbes pondérales en fonction de l'âge gestationnel pour les populations échographiques et de référence.

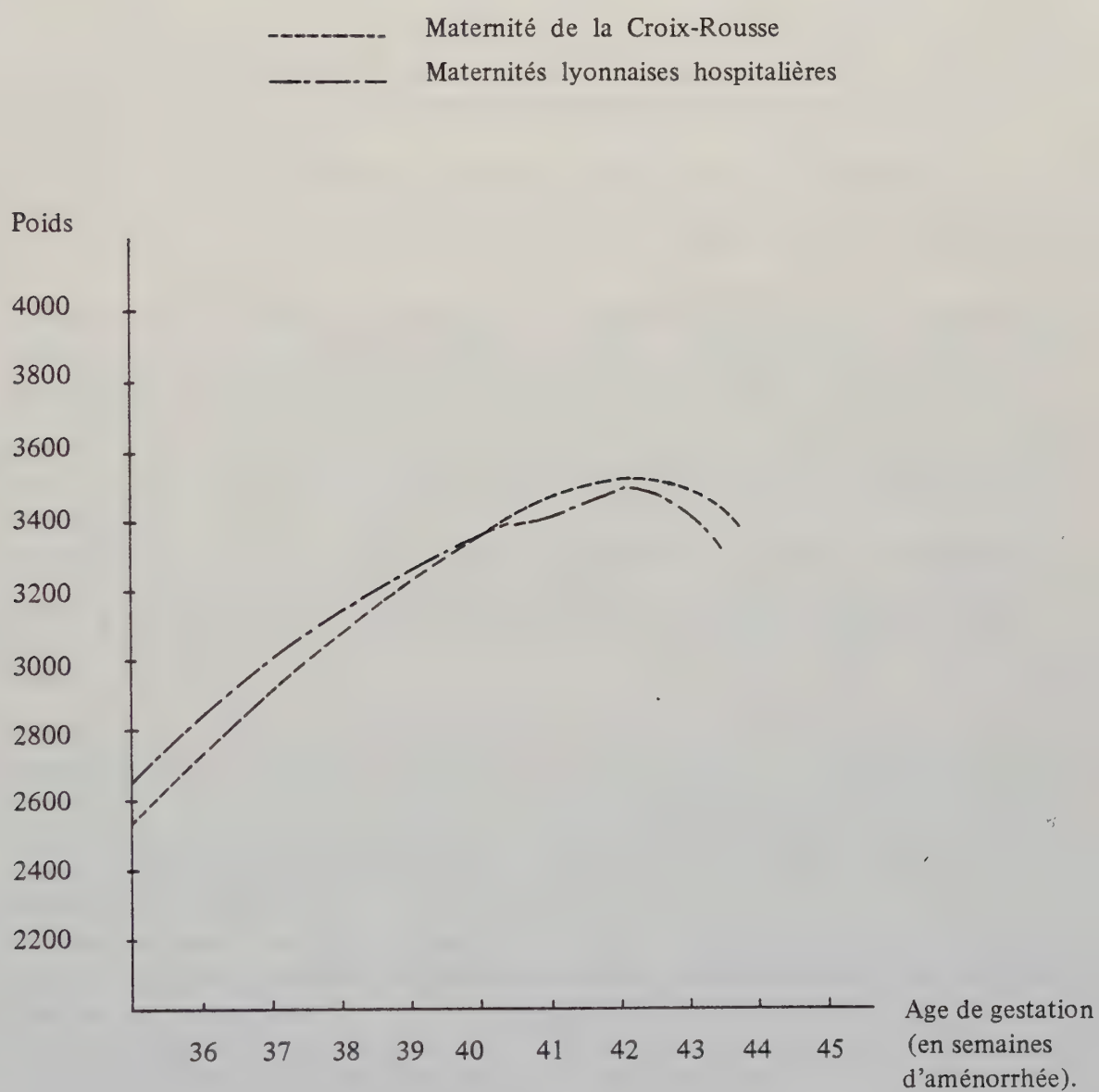
NORMES PONDERALES A LA NAISSANCE EN FONCTION DE L'AGE GESTATIONNEL :



Nous avons effectué de même une comparaison avec une étude récente lyonnaise (53). Etablie sur 7091 naissances, cette étude fournit les moyennes du poids pour chaque âge gestationnel. Les moyennes sont directement comparables aux nôtres.



NORMES PONDERALES A LA NAISSANCE EN FONCTION DE L'AGE DE GESTATION :
(Comparaison des moyennes).



II. LA CLASSIFICATION AUTOMATIQUE : ETABLISSEMENT DE COURBES DE REFERENCE ECHOGRAPHIQUES POUR LA MATERNITE DE LA CROIX-ROUSSE :

En nous aidant des différents paramètres appréciés à la naissance (poids - taille - périmètre crânien - périmètre thoracique - bi-pariétal - segment supérieur) et de l'âge de gestation nous avons fait une classification automatique en 5 classes. Les mensurations échographiques (diamètre bi-pariétal, diamètre abdominal transverse, diamètre thoracique transversal) ont été étudiées au sein de chaque classe pour établir des courbes de croissance.

Cette classification automatique a été possible grâce à un programme informatique spécialement étudié qui, dans une première approche pondérat de façon identique toutes les données permettant de rapprocher les enfants d'aspect semblable, et ainsi de déterminer nos 5 classes.

Il eut fallu établir cette classification à chaque valeur différente de terme, ou tout au moins semaine par semaine. Le "relativement petit" nombre de sujets nous a obligé à regrouper les enfants selon leur âge de gestation à la naissance (≤ 33 semaines d'aménorrhée, 34-35, 36-37, 38-39, 40-41, ≥ 42 semaines d'aménorrhée). Ainsi, au sein de chaque série d'âge il a été établi 5 classes (I, II, III, IV, V) grâce à la classification automatique et toujours en tenant compte de tous les paramètres de naissance.

Puis, afin d'avoir une population homogène et d'éliminer l'effet de l'âge de gestation sur les autres variables, nous avons réuni toutes les classes à plus faible poids (classe I) au sein de chaque groupe d'âge. De même pour les autres classes. Nous avons déterminé ainsi 5 classes définitives.

Pour tenir compte des impératifs statistiques nous devrions faire une étude prospective avec plus de dossiers mieux répartis quant aux dates de mesures échographiques et à leur répétition, à l'âge de gestation au moment de la naissance et à la classe d'appartenance de l'enfant ... ce qui, malheureusement n'est pas facile à prévoir ! Ainsi, dans le groupe inférieur à 36 semaines d'aménorrhée il est très difficile de faire des classes. En effet, les enfants devant être mutés sont plutôt gardés au chaud et non mesurés. Il se trouve ainsi parfois des dossiers éliminés parce qu'incomplets.

Dans cette première étude nous avons conservés les dossiers des grossesses pathologiques pensant que les enfants ainsi nés se classeraient automatiquement dans une "classe inférieure" limitant le biais dû à la pathologie et permettant l'étude sur un plus grand nombre avec des résultats statistiques plus valables.

Nous avons résumé les données sur les cinq tableaux suivants. Les valeurs obtenues par mesure ultrasonique sont exprimées en millimètres et l'âge de gestation théorique décompté en jours d'aménorrhée. Les valeurs ont été regroupées pour être présentées par période de sept jours excepté pour la première période où l'effectif étant réduit nous avons regroupé quatre semaines correspondant au 70e jusqu'au 98e jour d'aménorrhée. Le nombre de périodes dont il est question dans les tableaux a été fixé à 29.

Sur les mêmes tableaux nous avons présenté les données obtenues après avoir reparti les valeurs des différents diamètres (bi-pariétal, thoracique transverse, abdominal transverse) selon la méthode des quartiles ou percentiles.

Notre répartition n'a été faite que sur les 25e, 50e et 75e percentiles car les 3e et 97e percentiles du fait du peu d'effectif sont trop sujets à d'importantes fluctuations.

A partir de toutes ces données nous avons établi pour chaque diamètre au sein de chaque classe des courbes de croissance moyennes et des courbes percentiles. Seules les courbes de croissance des moyennes pour les trois diamètres et pour les classes I, III et V sont ici représentées ; ces courbes sont pratiquement superposables à celles des 50e percentiles.

Période	BIPARIETAL				THORAX				ABDOMEN			
	Percentiles			Nombre de Mesures	Percentiles			Nombre de Mesures	Percentiles		$\bar{x}$	Nombre de Mesures
	25	50	75		25	50	75		25	50	75	
84-98	18.90	21.50	25.20	4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
98-105	23.80	25.80	27.80	7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
105-112	28.25	32.33	.....	4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
112-119	33.13	35.33	37.40	9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
119-126	28.40	35.50	37.65	4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
126-133	39.20	40.00	43.20	3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
133-140	44.75	45.33	46.90	5	35.35	36.00	37.30	5	39.13	40.00	41.30	5
140-147	44.75	47.00	50.10	6	10.80	37.00	38.70	4	11.70	39.50	41.10	4
147-154	50.56	52.50	54.80	11	37.28	38.80	40.87	10	43.44	45.60	49.20	10
154-161	55.13	56.00	56.87	5	41.47	43.33	46.60	5	47.70	50.00	51.73	5
161-168	57.13	58.33	59.80	7	41.93	46.00	50.80	7	50.20	54.00	58.00	7
168-175	59.16	61.00	62.20	9	25.20	43.50	45.60	7	37.60	52.00	55.80	7
175-182	63.35	65.00	68.65	13	48.35	50.67	54.07	13	58.28	60.00	62.53	13
182-189	65.47	67.00	68.53	9	49.40	51.50	54.60	9	56.30	61.00	62.53	9
189-196	63.10	69.00	71.77	11	47.45	54.00	56.07	12	59.30	62.33	66.10	12
196-203	67.08	69.50	72.90	13	51.47	53.33	59.30	13	58.70	63.67	69.00	13
203-210	71.80	76.00	77.65	13	49.87	55.00	58.30	13	62.70	70.00	72.53	13
210-217	73.27	75.00	78.10	10	52.90	55.75	60.80	9	63.90	71.50	74.70	9
217-224	77.13	80.67	83.65	14	56.10	59.40	60.77	15	67.55	71.67	78.53	15
224-231	76.10	79.67	82.90	19	57.76	60.29	63.76	19	70.20	74.67	77.77	19
231-238	80.48	83.18	85.07	37	56.26	60.00	65.30	33	72.10	76.67	81.40	37
238-245	83.28	85.40	86.76	27	59.20	63.17	65.80	27	76.47	80.67	83.93	27
245-252	83.28	85.62	89.32	30	61.73	65.40	68.30	31	77.70	82.12	84.80	31
252-259	85.10	87.80	90.27	22	62.76	67.25	70.40	22	81.23	83.33	86.24	23
259-266	85.84	87.50	89.35	29	62.98	65.56	68.02	29	83.18	85.86	88.82	30
266-273	87.77	90.00	92.95	49	65.77	68.80	71.93	47	85.34	89.50	93.52	49
273-280	88.65	90.29	92.26	16	66.80	68.80	71.80	16	86.45	90.33	93.55	16
280-287	89.13	90.33	92.60	7	68.90	70.50	71.55	7	89.20	91.50	93.80	7
287-294	86.85	88.50	.....	2	71.85	73.50	.....	2	.....	.....	.....	.....

Classe I de la classification automatique

Période	BIPARIETAL				THORAX				ABDOMEN			
	Percentiles			Nombre de mesures	Percentiles			Nombre de mesures	Percentiles		$\bar{x}$	Nombre de mesures
	25	50	75		25	50	75		25	50	75	
70-98	16.45	23.33	27.55	12	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
98-105	27.00	31.80	31.80	3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
105-112	27.95	30.50	32.20	10	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
112-119	33.60	37.50	40.10	10	13.94	3.40	20.74	.....	15.99	3.90	23.79	.....
119-126	33.65	37.50	.....	2	1.40	14.00	.....	.....	1.60	16.00	.....	.....
126-133	41.70	43.00	45.20	5	9.60	6.00	21.60	.....	11.52	7.20	25.92	7
133-140	43.47	45.20	47.95	9	13.60	34.20	35.30	35.29	30.40	39.20	40.75	3
140-147	46.60	49.00	52.20	3	36.80	40.00	.....	40.00	41.60	44.00	48.80	5
147-154	51.90	53.33	55.10	6	34.20	41.50	44.05	41.60	41.80	47.50	50.20	8
154-161	54.63	56.00	58.37	8	40.45	43.00	45.03	42.75	46.90	49.50	52.32	6
161-168	57.80	59.50	61.57	6	41.90	44.33	46.83	44.33	48.95	54.50	57.10	8
168-175	58.97	60.50	62.55	8	43.45	45.67	47.70	45.62	51.97	54.00	56.10	7
175-182	63.20	65.33	67.30	9	34.40	51.00	53.30	51.00	44.80	58.00	62.53	14
182-189	64.97	67.00	69.73	14	48.97	52.50	55.05	52.28	59.53	62.67	66.10	12
189-196	69.45	73.20	74.42	12	49.76	51.60	54.55	52.17	61.93	66.00	68.03	15
196-203	72.56	74.80	76.43	15	53.60	55.33	57.80	55.33	63.20	66.00	68.80	12
203-210	75.47	78.00	79.92	13	54.10	57.67	60.30	57.83	67.40	70.67	72.90	17
210-217	77.68	78.87	79.95	17	58.10	61.50	62.93	60.47	69.40	71.80	76.30	10
217-224	78.47	82.20	83.85	12	53.70	58.67	61.55	59.30	64.85	73.75	77.10	21
224-231	82.08	84.20	86.12	21	57.40	61.67	64.80	61.55	72.80	77.25	83.15	29
231-238	82.95	85.43	87.85	30	58.95	61.80	67.05	62.76	74.45	80.25	83.02	33
238-245	86.38	87.92	89.56	33	62.88	65.67	69.23	66.19	80.70	83.67	88.52	24
245-252	87.56	90.17	92.01	24	64.47	67.20	70.40	67.33	81.32	84.67	87.82	16
252-259	89.22	90.83	92.07	16	63.90	68.00	71.55	69.13	80.97	86.67	89.03	28
259-266	89.36	91.00	93.87	28	66.65	68.50	72.42	69.57	85.45	90.00	92.64	25
266-273	91.85	93.50	95.92	25	64.88	68.75	72.35	69.28	89.68	91.57	93.65	17
273-280	92.98	94.12	95.35	18	69.98	71.67	73.37	72.44	89.95	94.50	97.52	3
280-287	95.20	96.00	97.60	3	68.40	74.00	74.80	72.00	87.00	91.00	97.40	.....
287-294	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Classe II de la classification automatique

Période	BIPARIÉTAL				THORAX				ABDOMEN			
	Percentiles		$\bar{x}$	Nbre. de mesures	Percentiles		$\bar{x}$	Nbre. de mesures	Percentiles		$\bar{x}$	Nbre. de mesures
	25	50			25	50			25	50		
70 - 98	19.93	22.50	21.83	12	- 11.71	7.56	39.00	2	-13.78	8.89	31.56	2
98 - 105	27.24	30.00	29.78	9	32.20	35.00	36.33	12	34.40	40.00	43.20	12
105 - 112	31.97	33.25	34.17	12	34.27	37.00	36.89	9	40.53	43.33	44.62	9
112 - 119	35.10	37.00	36.23	13	31.45	39.00	40.90	10	46.20	48.00	49.53	12
119 - 126	39.48	41.00	41.00	13	37.05	40.00	42.91	11	35.10	49.75	52.82	11
126 - 133	39.97	42.67	44.00	10	41.40	45.33	45.75	16	48.40	53.75	57.60	16
133 - 140	42.70	46.00	45.47	15	44.58	46.00	48.00	18	55.30	58.25	60.44	18
140 - 147	46.45	48.50	47.60	10	46.63	50.00	50.09	22	57.13	59.33	63.55	22
147 - 154	52.07	53.29	53.23	13	48.27	51.00	52.67	18	58.45	61.17	63.55	19
154 - 161	53.47	56.00	56.50	14	48.90	54.00	54.33	18	61.90	65.00	69.55	19
161 - 168	57.08	60.50	60.29	17	53.76	57.00	56.47	30	68.82	70.67	72.82	30
168 - 175	62.47	64.22	63.73	20	52.28	55.75	56.43	30	66.80	70.00	74.04	30
175 - 182	64.48	66.33	65.86	22	55.49	58.75	59.43	28	69.47	72.33	76.77	28
182 - 189	65.78	67.80	69.00	4	59.48	61.50	62.48	23	72.13	75.33	78.20	23
189 - 196	68.63	71.00	69.89	36	59.08	61.82	62.08	37	77.40	80.00	83.45	37
196 - 203	72.86	74.71	75.30	30	60.95	64.00	64.82	28	78.63	82.00	85.17	29
203 - 210	73.08	75.30	75.88	32	62.60	67.43	66.78	27	80.88	85.50	87.12	27
210 - 217	76.72	79.17	79.21	28	64.88	67.36	67.11	46	83.42	86.50	90.20	46
217 - 224	80.28	82.17	82.17	23	67.56	70.29	70.74	46	85.22	89.71	92.76	47
224 - 231	82.67	84.30	84.78	37	67.10	70.43	70.79	42	89.06	92.44	95.70	41
231 - 238	85.27	87.00	86.93	30	67.54	70.70	71.18	66	90.20	93.80	97.70	68
238 - 245	86.12	87.30	87.81	27	68.85	73.00	75.93	29	91.47	95.00	98.12	28
245 - 252	88.60	90.05	90.19	47	64.60	70.00	71.35	5	94.90	96.67	99.10	6
252 - 259	88.65	90.75	90.94	48	70.35	74.50	74.75	4	90.80	98.00	106.30	5
259 - 266	90.70	92.06	92.21	43								
266 - 273	92.17	93.78	93.91	69								
273 - 280	91.49	93.43	93.72	29								
280 - 287	92.85	97.00	96.17	6								
287 - 294	92.45	93.33	93.25	4								

Classe III de la classification automatique

Période	BIPARIETAL				THORAX				ABDOMEN			
	Percentiles		X	Nbre. de mesures	Percentiles		$\bar{x}$	Nbre. de mesures	Percentiles		$\bar{x}$	Nbre. de mesures
	25	50			25	50			25	50		
70 - 98	17.17	21.67	21.83	6	-	-	-	-	- 13.00	5.00	23.00	2
98 - 105	22.05	27.50	26.50	4	-	-	-	-	- 17.46	6.71	30.89	4
105 - 112	29.95	34.50	34.67	6	-	-	-	-	- 9.35	8.50	26.35	2
112 - 119	36.27	38.25	39.71	7	-	-	-	-	- 1.37	27.33	42.65	4
119 - 126	36.53	41.00	42.00	7	-	-	-	-	- 45.93	47.33	55.15	2
126 - 133	41.20	44.00	43.25	4	-	-	-	-	- 48.40	55.00	50.25	4
133 - 140	43.90	46.50	47.50	4	-	-	-	-	- 51.90	53.00	55.00	4
140 - 147	51.45	54.00	55.75	4	-	-	-	-	- 57.22	58.50	59.75	8
147 - 154	53.30	61.00	61.00	2	-	-	-	-	- 61.13	66.00	62.18	11
154 - 161	52.45	57.00	58.75	4	-	-	-	-	- 65.85	70.50	65.36	11
161 - 168	58.45	61.00	60.25	8	-	-	-	-	- 69.17	72.05	68.86	6
168 - 175	60.97	65.33	65.12	8	-	-	-	-	- 73.37	73.37	73.23	13
175 - 182	61.70	65.67	65.54	11	-	-	-	-	- 76.63	79.00	78.20	10
182 - 189	70.13	71.75	72.18	11	-	-	-	-	- 79.50	84.00	82.44	9
189 - 196	70.95	72.67	73.00	6	-	-	-	-	- 82.00	85.70	81.00	14
196 - 203	71.90	75.33	74.93	14	-	-	-	-	- 85.70	87.82	82.54	26
203 - 210	74.70	80.00	79.08	13	-	-	-	-	- 87.82	89.44	87.25	16
210 - 217	80.30	83.00	84.70	10	-	-	-	-	- 90.80	93.80	90.83	24
217 - 224	80.27	85.00	83.67	9	-	-	-	-	- 91.10	95.20	91.10	20
224 - 231	83.76	86.00	86.43	14	-	-	-	-	- 94.58	97.12	94.58	32
231 - 238	85.97	88.67	89.60	25	-	-	-	-	- 95.67	98.27	94.56	23
238 - 245	89.85	92.11	91.41	17	-	-	-	-	- 102.47	102.47	97.60	15
245 - 252	89.20	92.29	91.84	25	-	-	-	-	- 99.40	99.40	97.33	3
252 - 259	89.69	91.86	92.09	21	-	-	-	-	- 100.50	100.50	100.50	2
259 - 266	91.10	94.11	94.00	35	-	-	-	-	-	-	-	-
266 - 273	92.10	94.00	94.76	25	-	-	-	-	-	-	-	-
273 - 280	93.60	96.43	96.23	17	-	-	-	-	-	-	-	-
280 - 287	90.80	93.50	93.25	4	-	-	-	-	-	-	-	-
287 - 294		94.00	94.00	2	-	-	-	-	-	-	-	-

Classe IV de la classification automatique.

Période	BIPARIÉTAL				THORAX				ABDOMEN						
	25	50	75	$\bar{x}$	Nbre. de mesures	25	50	75	$\bar{x}$	Nbre. de mesures	25	50	75	$\bar{x}$	Nbre. de mesures
62- 98	21.90	25.50	34.50	29.12	8	- 14.11	5.43	24.97			- 17.83	6.86	31.54		
98- 105	25.90	31.00	33.10	30.00	6										
105 - 112	28.10	32.00		32.00	5										
112 - 119	34.27	36.50	40.65	37.40	10	- 9.84	2.40	14.64			- 53.30	13.00	79.30		
119 - 126	44.95	45.50		45.50	2	- 1.80	18.00				- 1.95	19.50			
126 - 133		44.00		44.00	1										
133 - 140	44.63	46.50	49.05	47.30	10	5.10	34.00	37.10	37.50	6	7.02	39.50	43.05	43.00	6
140- 147	50.40	52.00	56.00	53.00	3	40.40	42.00	42.80	41.67	3	46.20	47.00	49.40	47.67	3
147 - 154	49.40	52.33	55.90	52.60	5	4.67	35.00	39.90	38.67	3	25.90	46.00	48.30	45.00	4
154 - 161	56.40	57.67	70.27	61.80	5	42.70	44.00	48.90	46.40	5	52.40	54.33	66.73	58.20	5
161 - 168	59.63	61.00	64.15	62.20	10	44.95	48.00	51.10	48.10	10	52.72	56.25	60.25	56.90	10
168 - 175	60.80	65.00	68.60	64.57	7	46.20	50.00	51.80	49.14	7	53.60	58.00	61.80	57.71	7
175 - 182	63.80	66.25	68.73	67.28	7	48.40	51.00	53.40	50.86	7	60.40	62.50	63.87	63.57	7
182 - 189	69.60	72.00	72.80	71.33	3	52.07	56.33		56.33	3	63.20	64.00	65.60	64.33	3
189 - 196	70.47	72.60	74.53	73.33	15	53.20	56.60	58.40	56.00	15	65.40	69.20	70.72	68.40	15
196 - 203	71.17	74.00	80.55	76.53	15	52.97	55.00	59.77	56.87	15	69.60	74.00	76.10	73.94	16
203 - 210	79.27	82.00	85.20	82.89	9	57.93	61.00	67.50	63.22	9	73.27	76.00	80.20	77.33	9
210 - 217	81.45	87.00	89.77	85.62	8	62.83	65.50	74.55	67.50	8	76.45	85.50	90.10	84.00	8
217 - 224	85.20	87.67	89.15	87.09	11	63.05	66.50	70.20	66.82	11	81.13	83.00	85.80	83.27	11
224 - 231	84.10	87.60	90.32	87.20	25	60.88	67.40	71.20	67.35	23	80.88	83.25	87.30	84.08	25
231 - 238	86.80	89.25	91.65	89.16	19	64.16	66.83	70.80	68.44	18	82.80	86.00	89.60	85.79	19
238 - 245	89.93	93.75	96.30	92.94	17	67.47	70.00	73.73	70.81	16	85.80	92.00	95.20	90.53	17
245 - 252	91.70	94.33	96.15	93.69	13	66.93	69.33	72.60	69.77	13	88.70	92.33	95.65	92.92	13
252 - 259	92.70	94.50	96.53	94.33	9	69.40	72.67	74.30	71.78	9	71.20	95.33	98.30	96.71	7
259 - 266	93.48	96.43	97.96	95.92	25	71.70	74.50	78.60	75.64	25	94.23	97.33	105.30	99.28	25
266 - 273	93.47	96.83	99.52	96.69	29	70.63	74.00	78.52	75.21	28	93.95	96.56	101.52	98.19	27
273 - 280	95.45	97.80	100.27	97.75	16	69.45	72.00	80.85	75.71	14	93.45	98.00	102.77	99.00	15
280 - 287	90.25	96.00	95.05	96.40	5	72.90	74.50	80.25	75.67	6	104.50	108.50	110.15	106.67	6
287 - 294	99.40	101.00	101.80	100.67	3	73.80	77.00	78.60	76.33	3	98.00	106.00	110.00	104.33	3

Classe V de la classification automatique.

Interprétation :

Pour les 5 classes (I.....V) l'allure générale des courbes est identique et croît selon une forme logarithmique :

$$Y = A + B \ln X$$

Y correspond aux valeurs obtenues par mesure ultrasonique et est exprimé en millimètres.

X correspond à l'âge de gestation théorique décompté en jours d'aménorrhée (nombre de jours écoulés entre la date des dernières règles et la date d'une échographie).

$\ln X$ représente le logarithme népérien de X.

La valeur $\frac{dY}{dX}$ de la croissance du bi-pariétal augmente de façon inversement proportionnelle à l'âge de gestation X.

L'interprétation des courbes de croissance des moyennes pour les 5 classes montre qu'à partir du moment où le diamètre bi-pariétal est mesurable soit 77 jours (11 semaines d'aménorrhée) la vitesse de croissance est semblable quelle que soit la classe d'appartenance de l'enfant considéré. Seul change le point d'ordonnée à l'origine (étant entendu que nous avons pris comme origine $X = 77$ jours).

En sous-entendant que tous les enfants aient des mesures identiques au point $X = 0$ jour on peut considérer qu'avant $X = 77$ jours les vitesses de croissance pour chaque enfant étaient différentes. Donc, si plus tard il existe une hypotrophie ou une macrosomie, il semblerait que celle-ci soit constitutionnelle et se soit créée avant 11 semaines d'aménorrhée comme cela avait déjà été envisagé par CAMPBELL, tout au moins en-dehors d'une pathologie évolutive.

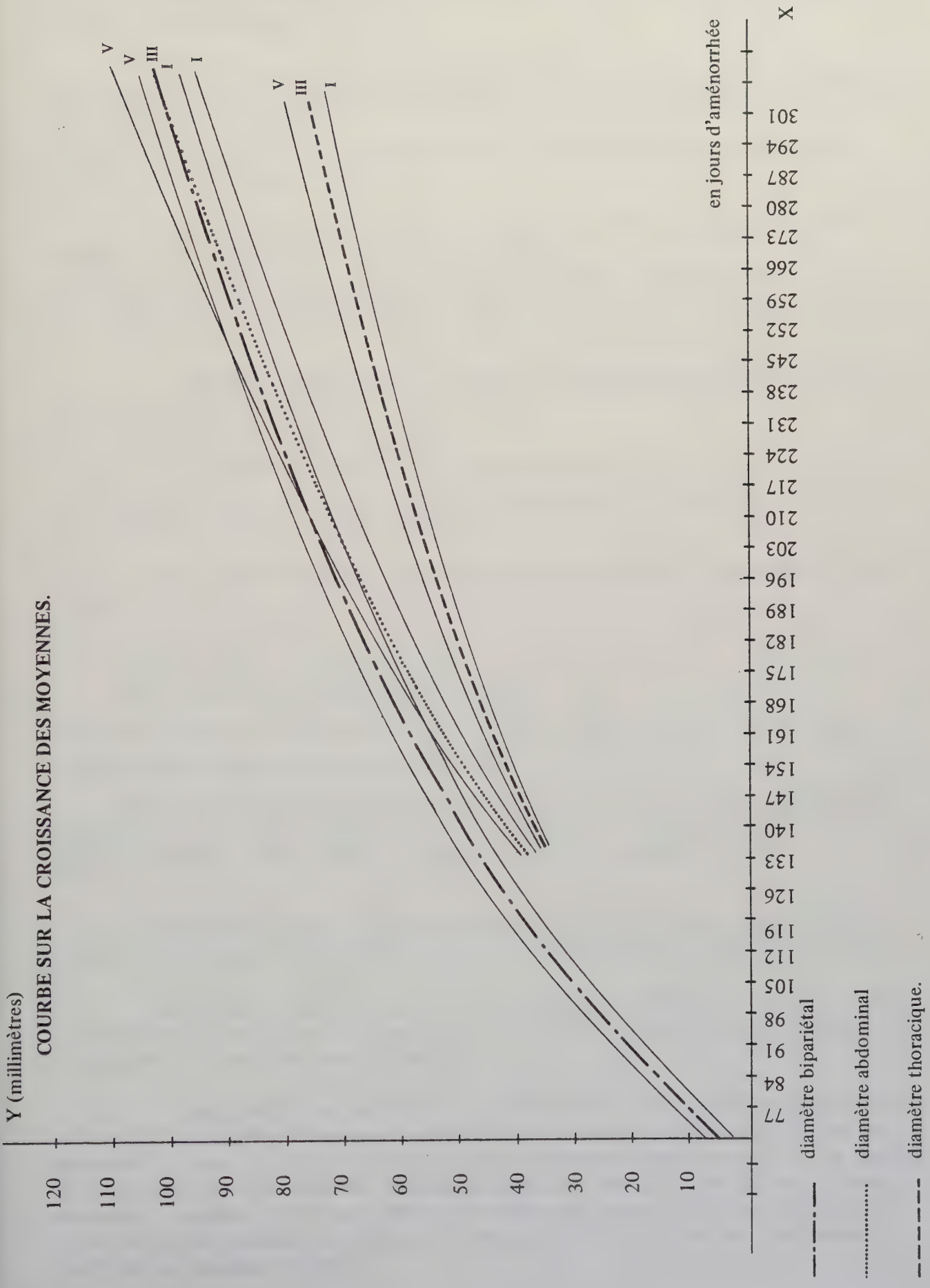
Après 11 semaines d'aménorrhée, la croissance céphalique des enfants de "petit gabarit", de "gabarit moyen" et de "gros gabarit" (I - III - V) n'est pas significativement différente. On pourrait donc dire que le bi-pariétal seul ne constitue pas un élément de surveillance suffisant de la croissance foetale puisque la morphologie future du fœtus est déjà déterminée dès sa conception sauf pathologie surajoutée.

En ce qui concerne le thorax et l'abdomen, la valeur $\frac{dY}{dX}$ dans chaque cas croît de façon inversement proportionnelle à l'âge de gestation X. La pente de croissance au sein de chaque classe est différente, cela dans les deux séries de mesures (thorax et abdomen). La pente de croissance est plus importante pour les enfants de gros poids que pour ceux de petit poids. Cet écart est beaucoup plus significatif dans le cas du diamètre abdominal transverse.

La mesure du diamètre thoracique transverse serait donc, aussi, un bon reflet de la croissance foetale après 20 semaines d'aménorrhée. Mais il semblerait préférable de mesurer le diamètre abdominal transverse car dans l'éventail des valeurs le fœtus de gros poids se différencie mieux de celui de petit poids.

Notons aussi que la valeur du diamètre thoracique transverse est plus aléatoire à cause de la difficulté de sa mesure. C'est une raison supplémentaire en pratique courante pour préférer ne faire que la mesure du diamètre abdominal. Celle du diamètre thoracique complètera une surveillance plus étroite en cas de suspicion de pathologie.

Notons encore 3 cassures aux environs des 20^e, 30^e et 36^e semaines d'aménorrhée. Les cassures sont visibles sur la courbe des moyennes de bi-pariétal, mais plus nettes sur les courbes de percentiles (non présentées dans ce travail). Elles sont présentes pour les 5 classes d'enfants (classes I, II, III, IV, V). Les cassures correspondent à un infléchissement de croissance ou plutôt, à un ralentissement de l'amplitude de croissance céphalique, surtout dans le 3^e trimestre de la grossesse. Cette constatation vient corroborer une intéressante étude lyonnaise d'allométrie (52).



III. 1) COURBES MOYENNES DE LA POPULATION ECHOGRAPHIQUE PATHOLOGIQUE ET NON PATHOLOGIQUE.

Nous avons essayé de faire une étude séparée des mensurations échographiques des trois diamètres pour les grossesses révélées normales et pour celles pathologiques (mais sans définition précise de celles-ci).

Dans ces deux séries nous avons obtenu les valeurs moyennes de chaque diamètre (valeurs rapportées dans les tableaux suivants).

Une étude graphique ne nous a pas permis de mettre en évidence une différence significative entre les moyennes de ces deux populations.

Cependant, il faut tenir compte du fait qu'il n'a pas été établi de distinction dans la pathologie. Notons encore le nombre différent de sujets au sein des deux populations : ceci amplifie notre défaut de puissance sans cependant rendre notre étude caduque.

L'expression mathématique des courbes des diamètres bi-pariétaux et thoraciques transverses est encore de la forme : $Y = A + B \ln X$

où X correspond à l'âge de gestation

et Y à la mesure en millimètres des différents diamètres.

La vitesse de croissance (dérivée de la fonction) est donnée par la formule $\frac{dY}{dX} = \frac{B}{X}$. Elle varie de façon inversement proportionnelle à X.

Par contre, l'allure de la courbe des diamètres abdominaux transverses est de la forme :

$$Y = A + B \sqrt{X}$$

où X correspond à l'âge de gestation

et Y à la mesure des diamètres, en millimètres.

La vitesse de croissance s'exprime alors par la formule : $\frac{dY}{dX} = \frac{1}{2} B X^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} B \frac{1}{\sqrt{X}}$

et varie de façon inversement proportionnelle à $\sqrt{X}$.

Ainsi donc, dans le cas de l'abdomen la vitesse de croissance sera plus importante (ce qui se vérifie sur le tracé des courbes) et en fin de grossesse, le diamètre abdominal transverse fini par rejoindre et même dépasser les valeurs du diamètre bi-pariétal.

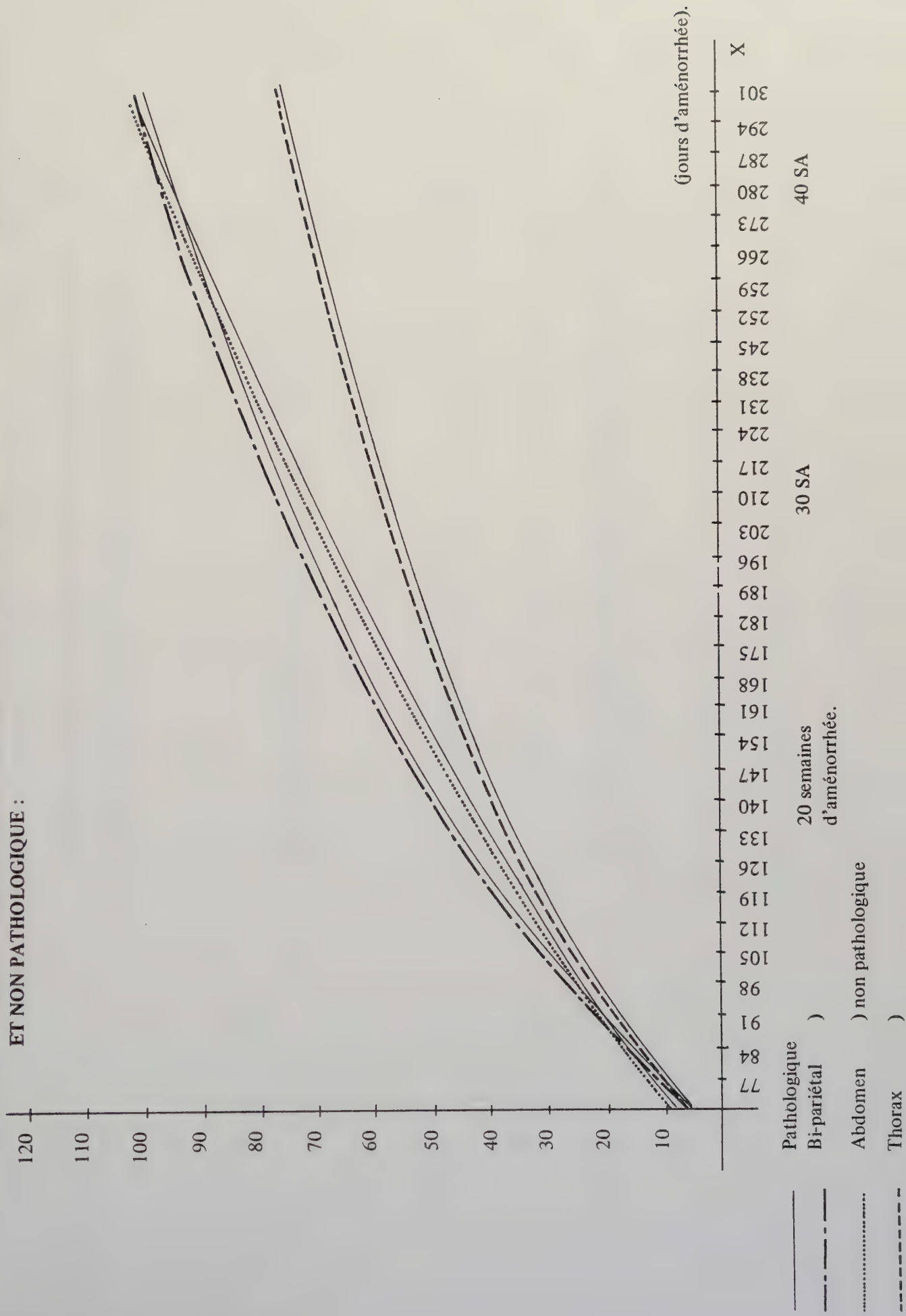
2) COMPARAISON DES COURBES MOYENNES DE LA CLASSIFICATION AUTOMATIQUE AVEC CELLES DE LA POPULATION ECHOGRAPHIQUE NON PATHOLOGIQUE.

Pour essayer d'apprécier ce que nous apportait la classification automatique, nous avons comparé les moyennes des classes I, III et V avec la moyenne établie sur l'ensemble de la population échographique sans pathologie.

Tenant compte des paramètres de naissance (poids, taille, segment supérieur, périmètre crânien, périmètre thoracique, bi-pariétal) notre classification automatique groupe les enfants en 5 classes (I, II, III, IV, V). La classe III (enfant de "gabarit moyen") a des courbes de croissance de ses trois diamètres (bi-pariétal, thorax, abdomen) très proches de la courbe moyenne de croissance de la population non pathologique dont elle est un bon reflet. Par contre, les classes extrêmes (I : enfants de "petit gabarit" et V : enfant de "gros gabarit") n'ont pas une croissance parallèle.

Y (millimètres)

COURBES SUR LA CROISSANCE DES MOYENNES POUR LA POPULATION ECHOGRAPHIQUE PATHOLOGIQUE ET NON PATHOLOGIQUE :



	BIP		BIP	
	Pathologique		non Pathologique	
Période (jours d'aménorrhée)	$\bar{x}$ (moyenne)	Nombre de mesures	$\bar{x}$ (moyenne)	Nombre de mesures
70 - 98	22.40	20	23.69	23
98 - 105	28.75	8	28.28	21
105 - 112	32.71	14	32.80	25
112 - 119	37.00	14	36.78	36
119 - 126	39.14	7	40.57	21
126 - 133	41.28	7	44.31	16
133 - 140	45.62	16	46.44	27
140 - 147	48.00	9	50.53	19
147 - 154	52.12	16	54.86	21
154 - 161	56.50	8	57.64	28
161 - 168	59.00	13	61.64	36
168 - 175	61.74	19	63.70	33
175 - 182	65.69	16	66.13	47
182 - 189	67.80	10	68.96	47
189 - 196	71.96	24	71.68	41
196 - 203	73.48	33	75.17	57
203 - 210	76.50	26	77.52	56
210 - 217	79.07	28	80.62	47
217 - 224	81.26	23	83.25	48
224 - 231	83.66	41	84.70	78
231 - 238	84.86	63	87.08	78
238 - 245	88.87	31	88.22	91
245 - 252	89.73	49	89.88	91
252 - 259	90.22	37	90.85	82
259 - 266	90.88	35	92.58	127
266 - 273	92.60	30	93.59	167
273 - 280	93.50	10	94.47	89
280 - 287	93.75	4	94.19	21
287 - 294	90.00	1	95.83	12

612

1485

Période	Abdomen Pathologique		Abdomen non Pathologique	
	$\bar{x}$	Nombre de mesures	$\bar{x}$	Nombre de mesures
70 - 98			48.00	1
98 - 105				
105 - 112				
112 - 119	37.00	2	30.00	1
119 - 126	32.00	1	43.00	2
126 - 133			40.75	4
133 - 140	41.58	12	41.05	20
140 - 147	43.25	8	45.12	17
147 - 154	46.19	16	50.06	17
154 - 161	52.12	8	51.64	25
161 - 168	52.61	13	56.20	35
168 - 175	56.06	17	57.55	31
175 - 182	61.13	15	61.19	46
182 - 189	62.60	10	62.50	46
189 - 196	67.12	24	65.61	41
196 - 203	68.91	33	69.36	58
203 - 210	70.65	26	71.57	53
210 - 217	73.70	27	74.79	47
217 - 224	74.75	24	77.52	46
224 - 231	79.80	41	79.51	78
231 - 238	79.43	61	81.86	79
238 - 245	82.90	31	85.27	91
245 - 252	86.98	50	86.88	90
252 - 259	87.40	37	89.08	83
259 - 266	91.39	36	92.57	126
266 - 273	93.57	30	93.35	166
273 - 280	95.30	10	95.65	89
280 - 287	92.75	4	98.18	22
287 - 294			100.27	11

536

1325

	Thorax		Thorax	
	Pathologique		non Pathologique	
Période	$\bar{x}$	Nombre de mesures	$\bar{x}$	Nombre de mesures
70 - 98			38.00	1
98 - 105				
105 - 112				
112 - 119	33.00	2	24.00	1
119 - 126	28.00	1	40.00	2
126 - 133			35.50	4
133 - 140	36.33	12	36.30	20
140 - 147	38.00	8	39.23	17
147 - 154	39.36	14	42.19	16
154 - 161	44.37	8	43.48	25
161 - 168	45.08	13	47.00	35
168 - 175	47.88	17	47.55	31
175 - 182	51.47	15	50.50	46
182 - 189	52.50	10	53.27	45
189 - 196	55.83	24	53.60	40
196 - 203	55.73	33	56.28	57
203 - 210	56.65	26	57.94	53
210 - 217	60.11	27	61.00	47
217 - 224	61.21	24	62.24	46
224 - 231	63.33	39	62.70	77
231 - 238	63.30	57	65.04	77
238 - 245	66.32	31	66.49	89
245 - 252	68.37	49	67.07	89
252 - 259	69.23	35	69.97	80
259 - 266	69.92	36	70.94	125
266 - 273	71.17	30	71.27	161
273 - 280	72.10	10	73.05	86
280 - 287	69.00	4	72.43	21
287 - 294	75.00	1	74.27	11

526

1302

Par rapport aux courbes de croissance de la classe III, les courbes des classes I et V ouvrent un "éventail". Cette ouverture est plus nette au fur et à mesure qu'on avance en âge de gestation pour le diamètre abdominal qui serait plus sensible à une inflexion de croissance ou à un excès pondéral.

Cette notion d'éventail autoriserait un écart de mesure plus large en fin de grossesse, contrairement à la courbe moyenne de la population non pathologique et aux différentes courbes de croissance publiées jusqu'à ce jour. En effet, ces dernières offrent :

- soit des courbes percentiles,
- soit une courbe moyenne autour de laquelle varient des courbes à une ou deux déviations standard (basées sur l'écart-type).

La classification automatique permet donc de mieux absorber la dispersion des mesures surtout en début de grossesse.

Les courbes obtenues par la classification automatique seraient donc un meilleur reflet des possibilités de croissance foetale, autorisant une plus large tolérance pour des morphologies extrêmes. La vitesse de croissance d'un fœtus devrait rester identique quels que soient sa morphologie et l'âge de gestation. Par suite tout écart de croissance en-dehors de ces courbes références devient pathologique.

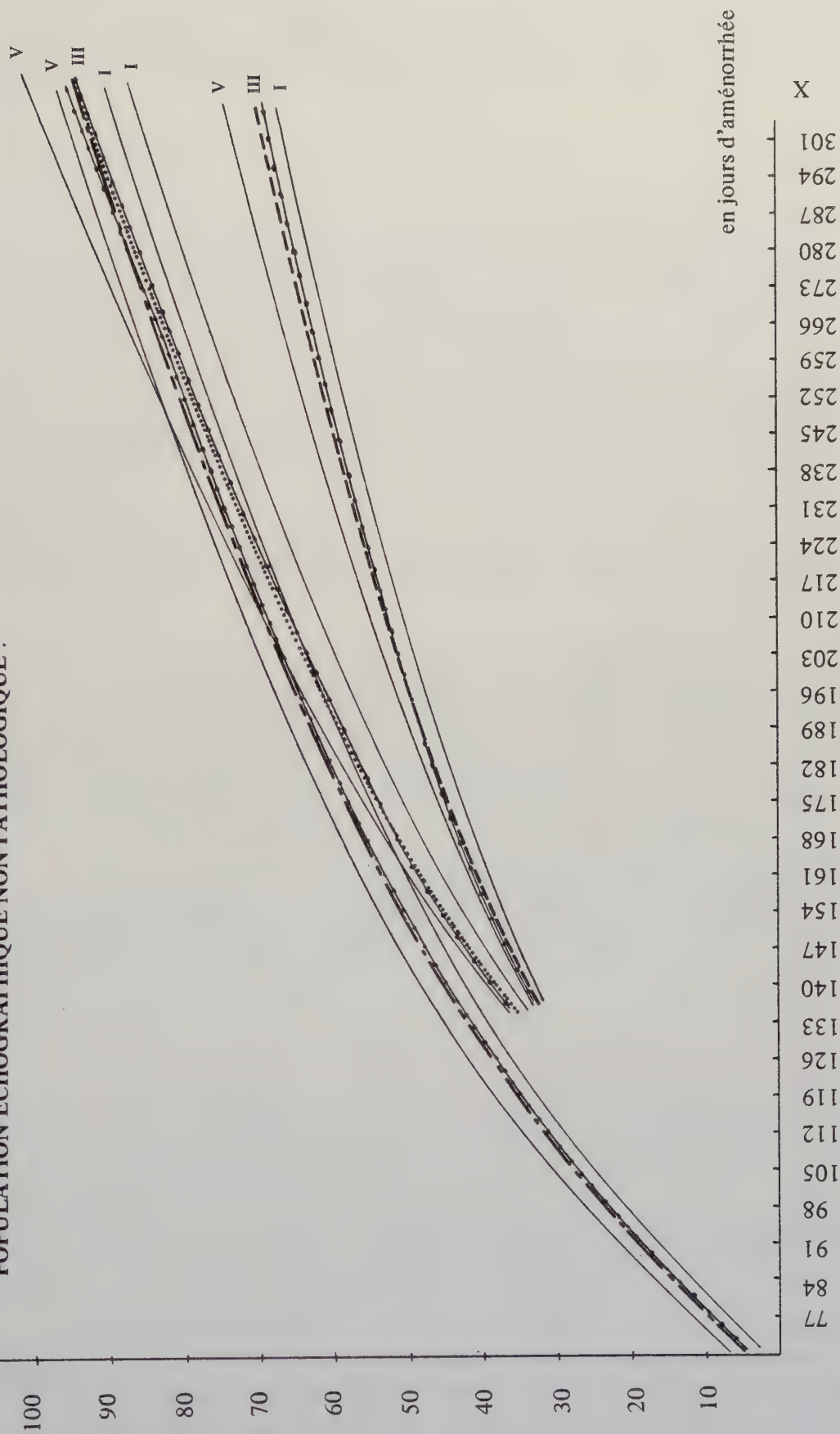


Période	BIPARIÉTAL				THORAX				ABDOMEN			
	I	Non Patholog.	III	V	I	Non Patholog.	III	V	I	Non Patholog.	III	V
70 - 98	22.00	23.69	21.83	29.12		38.00				48.00		
98 - 105	25.86	28.28	29.78	30.00								
105 - 112	31.75	32.80	34.17	32.00								
112 - 119	34.56	36.78	36.23	37.40		24.00				30.00		
119 - 126	33.25	40.57	41.00	45.50		40.00				43.00		
126 - 133	41.00	44.31	44.00	44.00		35.50	39.00	37.50		40.75	46.50	
133 - 140	45.80	46.44	45.47	47.30	36.20	36.30	36.33	41.67	40.20	41.05	41.25	43.00
140 - 147	46.83	50.53	47.60	53.00	38.00	39.23	36.89	41.67	40.75	45.12	43.11	47.67
147 - 154	53.54	54.86	53.23	52.60	40.40	42.19	40.90	38.67	47.70	50.06	48.33	45.00
154 - 161	56.00	57.64	56.50	61.80	43.80	43.48	42.91	46.40	49.80	51.64	50.82	58.20
161 - 168	60.57	61.64	60.29	62.20	46.43	47.00	45.75	48.10	54.57	56.20	53.81	56.90
168 - 175	60.11	63.70	63.73	64.57	44.86	47.55	48.00	49.14	53.71	57.55	58.11	57.71
175 - 182	66.77	66.13	65.86	67.28	51.46	50.50	50.09	50.86	61.31	61.19	59.91	63.57
182 - 189	66.56	68.96	69.00	71.33	51.78	53.27	52.67	56.33	60.00	62.50	61.63	64.33
189 - 196	68.55	71.68	69.89	73.33	52.50	53.60	54.33	56.00	62.17	65.61	65.47	68.40
196 - 203	70.62	75.17	75.30	76.53	54.61	56.28	56.47	56.87	64.54	69.36	70.60	73.94
203 - 210	74.69	77.52	75.88	82.89	54.38	57.94	56.43	63.22	67.77	71.57	71.00	77.33
210 - 217	75.50	80.62	79.21	85.62	57.44	61.00	59.43	67.50	70.44	74.79	73.64	84.00
217 - 224	80.36	83.25	82.17	87.09	59.07	62.24	62.48	66.82	72.33	77.52	75.35	83.27
224 - 231	79.37	84.70	84.78	87.20	60.58	62.70	62.08	67.35	74.26	79.51	80.46	84.08
231 - 238	82.38	87.08	86.93	89.16	62.00	65.04	64.82	68.44	76.65	81.86	79.17	85.79
238 - 245	84.89	88.22	87.81	92.94	63.00	66.49	66.78	70.81	80.26	85.27	84.44	90.53
245 - 252	85.77	89.88	90.19	93.69	65.45	67.07	67.11	69.77	81.93	86.88	87.70	92.92
252 - 259	87.91	90.85	90.94	94.33	66.96	69.97	70.74	71.78	83.09	89.08	89.47	96.71
259 - 266	87.83	92.58	92.21	95.92	65.86	70.94	70.79	75.64	85.07	92.57	92.63	99.28
266 - 273	90.12	93.59	93.91	96.69	69.21	71.27	71.18	75.21	89.47	93.35	94.19	98.19
273 - 280	90.44	94.47	93.72	97.75	70.62	73.05	72.59	75.71	89.81	95.65	95.11	99.00
280 - 287	90.29	94.19	96.17	96.40	69.43	72.43	71.40	75.67	91.71	98.18	96.83	106.07
287 - 294	88.50	95.83	93.25	100.67	73.50	74.27	74.75	76.33		100.27	98.50	104.33

Valeurs des moyennes $\bar{x}$ pour le bi-pariétal, le thorax et l'abdomen dans la population échographique non pathologique et dans les classes I, III, V de la classification automatique.

Y (millimètres)

COMPARAISON DES COURBES MOYENNES DE LA CLASSIFICATION AUTOMATIQUE AVEC CELLES DE LA POPULATION ECHOGRAPHIQUE NON PATHOLOGIQUE :



population non pathologique

bi-pariétal

abdomen

thorax

IV. COMPARAISON DES COURBES DE NOTRE POPULATION AVEC CELLES ETABLIES A STRASBOURG (MACLER & RENAUD) ET UTILISEES JUSQU'A PRESENT DANS LE SERVICE.

1. Le bi-pariétal :

Si on utilise la courbe du 50e percentile de la classe III de notre classification automatique, elle fluctue avec le 10e percentile de la courbe de MACLER.

Par contre, si on utilise les moyennes de notre classe III notre courbe fluctue sous ou autour de la courbe du 10e percentile de la courbe de MACLER jusqu'à 30 semaines d'aménorrhée puis entre les courbes 10e et 50e percentiles jusqu'à terme.

Si on approfondit notre étude en utilisant les moyennes de nos classes I et V on confirme que l'ensemble de nos mesures reste toujours inférieur à celles de MACLER. La moyenne des bi-pariétaux de la classe V, inférieur au 50e percentile de MACLER avant 30 semaines d'aménorrhée, tend vers le 90e percentile après seulement (vitesse de croissance plus constante).

La moyenne des bi-pariétaux de la classe I est toujours nettement inférieure au 10e percentile, surtout après 30 semaines d'aménorrhée, ce qui confirme notre éventail de mesure plus grand.

2. L'abdomen :

En ce qui concerne la comparaison de nos courbes "abdomen" avec celles de MACLER nous constatons que la courbe moyenne de notre classe III fluctue entre la courbe 50e percentile et ce qui serait la courbe 90e percentile.

La courbe moyenne de notre classe V est bien au dessus.

La courbe moyenne de notre classe I, de notre classification automatique, fluctue autour de la courbe du 10e percentile de MACLER.

Nous concluons donc que la valeur de nos diamètres abdominaux est, d'une part plus grande en moyenne que celle des diamètres abdominaux de la population foetale mesurée échographiquement par MACLER et d'autre part nous retrouvons l'éventail déjà constaté dans notre classification automatique.

3. Le thorax :

En ce qui concerne la comparaison des courbes "thorax" de la classification automatique avec celles de MACLER nous constatons que la courbe moyenne de la classe III fluctue d'abord autour de la courbe 10e percentile de la courbe de MACLER jusqu'à 30 semaines d'aménorrhée environ puis fluctue au-dessous de cette courbe.

La courbe moyenne de notre classe V fluctue grossièrement autour de la courbe 50e percentile de MACLER mais est d'autant plus au-dessous qu'on se rapproche du terme. La courbe moyenne de notre classe I fluctue très en dessous de la courbe 10e percentile de MACLER.

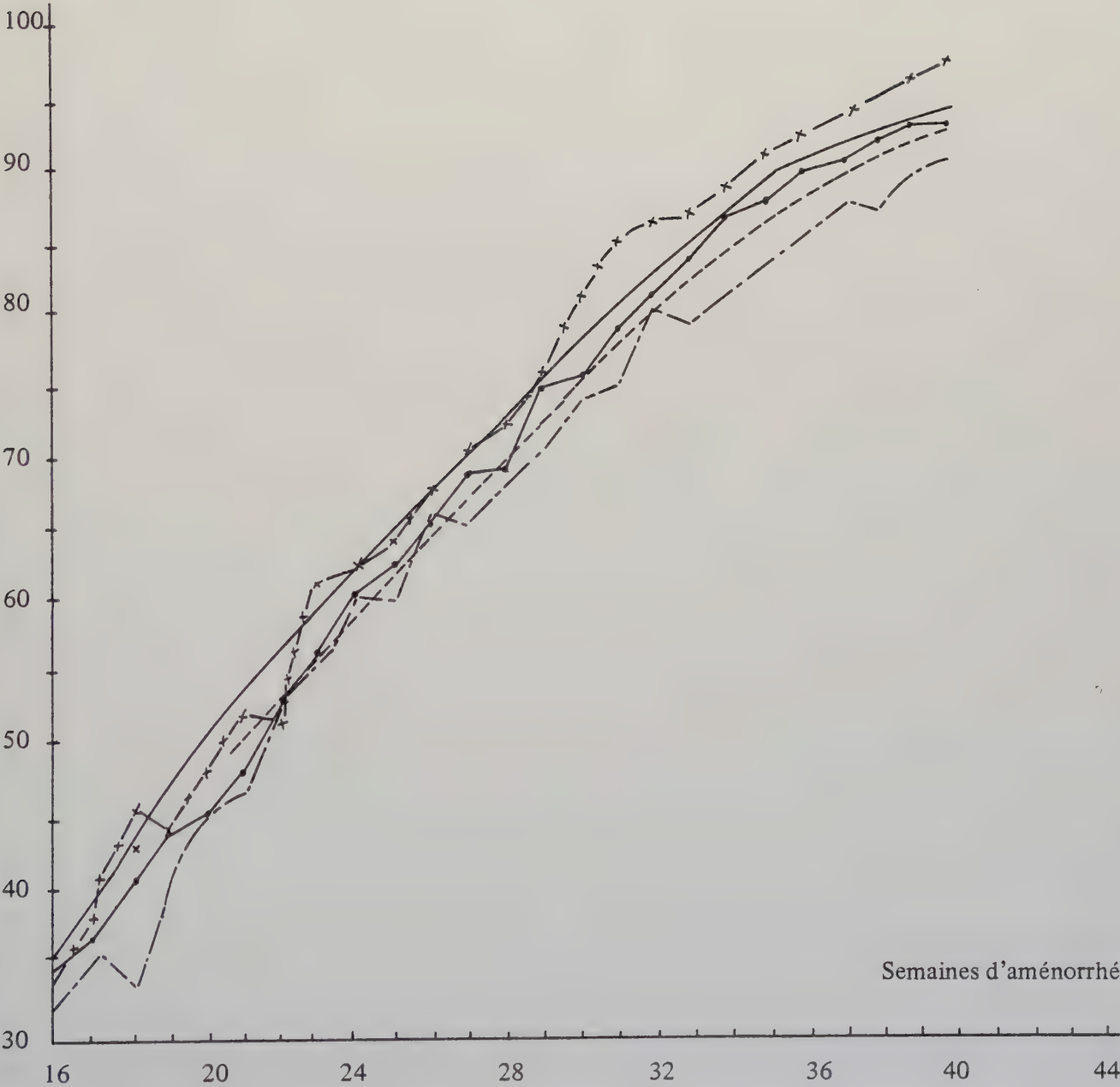
Nous constatons également que le même éventail de mesures peut être décrit et que nos mesures de thorax sont nettement inférieures à celles obtenues en moyenne par MACLER sur sa population foetale. Ceci peut être dû tout aussi bien à ce que cette population est différente, qu'au fait que cette mesure dépend beaucoup du niveau thoracique exact où elle est effectuée, les habitudes de manipulation pouvant être différentes d'un service à l'autre.

BI-PARIETAL :

Courbes d'après (Macler
(Renaud
Maternité de la Croix-Rousse

- 50e percentile
- 10e percentile
- Classe I
- Classe III
- Classe V

millimètres



4. En conclusion :

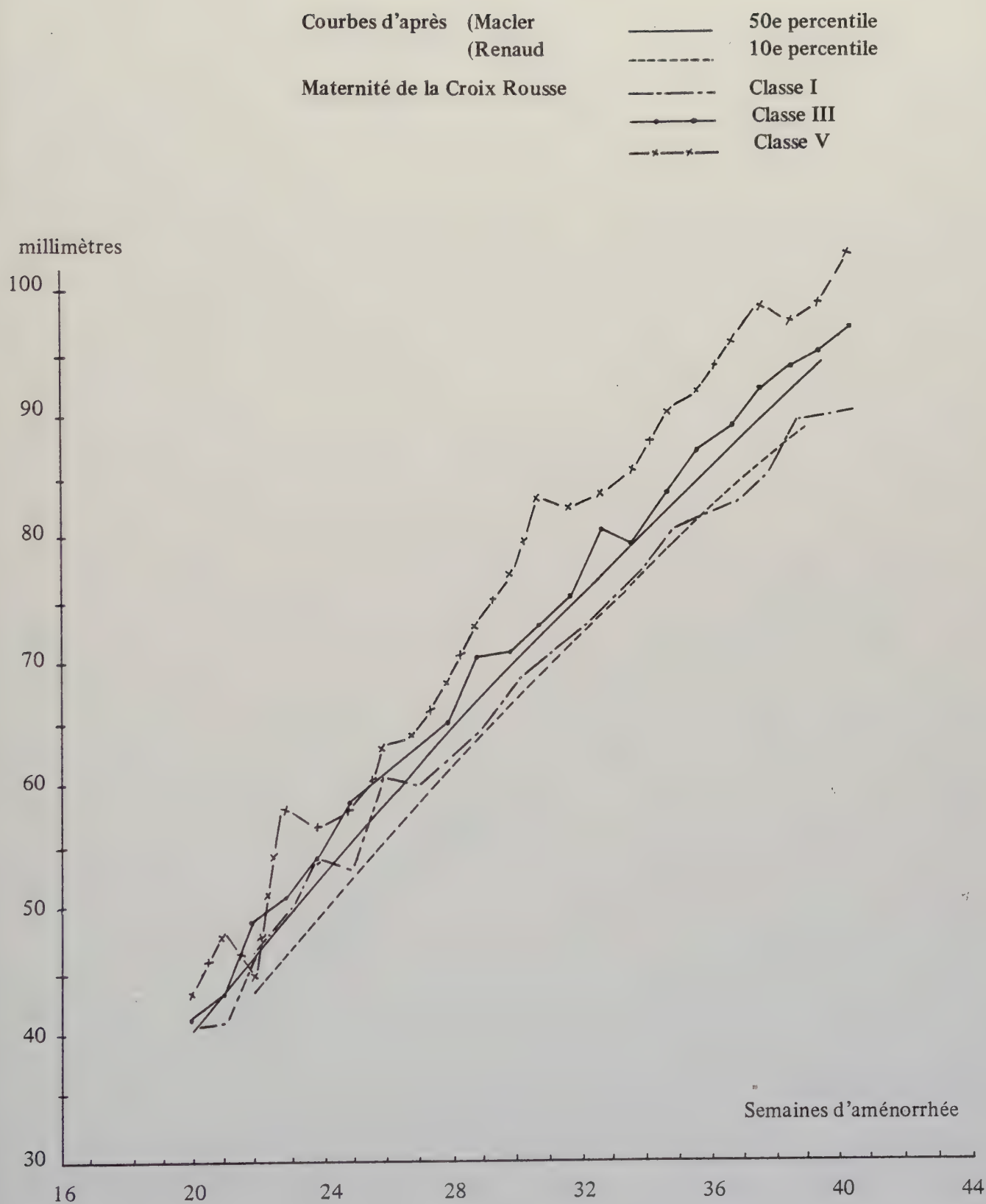
Notre population échographique a en ce qui concerne le bi-pariétal et le thorax des mesures inférieures à celles établies par MACLER sur la population strasbourgeoise, alors que l'abdomen est sensiblement supérieur.

Il est à noter que nos courbes sont des courbes moyennes de classification automatique alors que celles de MACLER sont des courbes percentiles.

Cette comparaison nous montre l'intérêt d'avoir des courbes propres à chaque service afin de ne pas tirer des conclusions abusives. Il apparaît ainsi que notre population gemellaire qui se différencie de celle de MACLER est à recomparer avec notre population générale déjà différente de celle de MACLER. (n° 11)



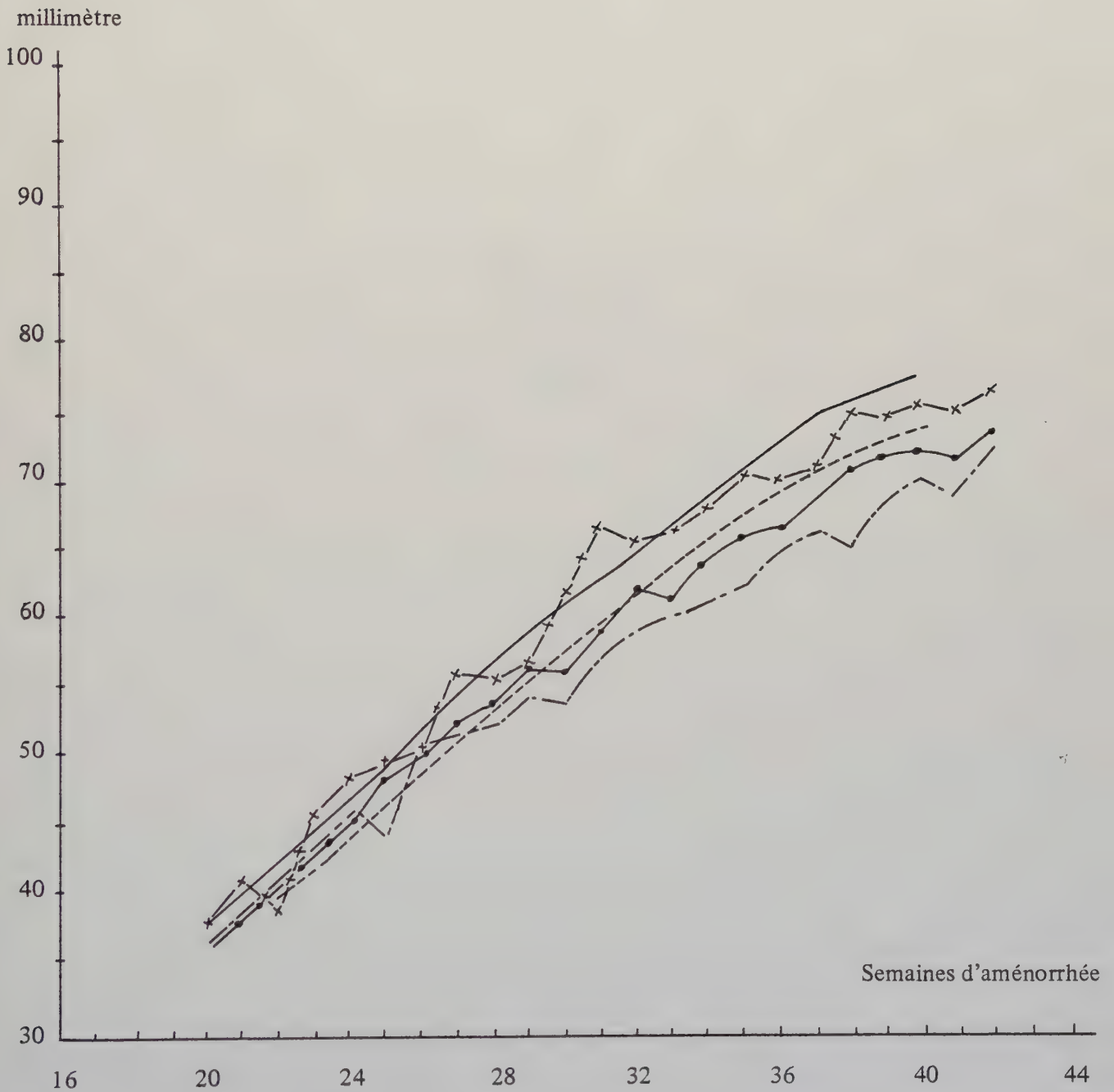
ABDOMEN :



THORAX :

Courbes d'après (Macler
(Renaud
Maternité de la Croix-Rousse

—— 50e percentile
- - - - 10e percentile
- . - . Classe I
- ● - ● Classe III
- × - × Classe V



CHAPITRE VI

CONCLUSIONS



Pour toutes les équipes obstétricales, l'utilisation des ultra-sons à des fins diagnostiques a constitué un grand progrès : l'échographie permet de substituer à une impression clinique, à des radiographies, une imagerie fidèle et des mensurations précises en toute innocuité.

L'intérêt de l'échographie est évident car elle rend possible tout à la fois la détection et la surveillance de la vitalité foetale, et la quantification de la croissance foetale.

Dans ce travail, notre but fut d'essayer d'établir pour la maternité de la Croix-Rousse des courbes de croissance in utero reflet de la population lyonnaise, et d'insister sur la dynamique de croissance du fœtus.

Ce n'est pas la valeur à un moment donné du diamètre bi-pariétal ou celle de l'abdomen ou du thorax qui permet de porter le diagnostic d'hypotrophie ou de macrosomie foetale ; ce qui compte pour un enfant donné, c'est l'allure de la vitesse de croissance de ces trois diamètres.

Si lors d'un examen les mensurations obtenues pour un fœtus ne correspondent à l'âge théorique de gestation, mais à celles fournies par une étude statistique "mensurations moyennes" d'un fœtus d'âge inférieur ... on ne doit pas obligatoirement conclure à l'hypotrophie ou à l'erreur de terme. Avant toute affirmation, l'examen doit être renouvelé afin d'apprécier la dynamique de croissance de ce fœtus : sa morphologie inférieure à la normale peut être celle d'un enfant sain, non pathologique.

Dans un premier temps, nous avons établi les courbes pondérales en fonction de l'âge de gestation pour la population échographique et pour une population de référence (femmes ayant accouché à la maternité de la Croix-Rousse en 1979). Ces courbes nous ont permis de vérifier que nous n'introduisions pas un biais statistique trop important.

Dans un second temps, nous avons mis au point une classification automatique permettant de distinguer 5 classes d'enfants selon leur âge et leurs mensurations à la naissance (poids - taille - segment supérieur - périmètre thoracique - périmètre crânien - bi-pariétal).

Pour chaque classe, il a été établi des courbes moyennes de croissance foetale des trois diamètres (bi-pariétal - thorax - abdomen) mesurés lors des examens échographiques. Nous avons conclu que la vitesse de croissance pour ces trois diamètres était la même, mais nous notons que la pente de croissance du diamètre abdominal est plus marquée : ce diamètre serait donc le plus sensible à une éventuelle inflexion de croissance. Sur les courbes percentiles établies pour le bi-pariétal nous avons noté, dans chaque classe, des infléchissements vers la 20^e semaine d'aménorrhée, puis vers la 30^e semaine et enfin vers la 36^e semaine d'aménorrhée. Ces cassures correspondent à un infléchissement de croissance ou plutôt à un ralentissement de l'amplitude de croissance céphalique dans le 3^e trimestre de la grossesse.

Nous avons ensuite fait une étude séparée des mensurations des trois diamètres sur des grossesses supposées normales et sur des grossesses pathologiques, mais sans définition précise de celles-ci.

Nous n'avons pas trouvé de différence significative entre les moyennes graphiques de ces deux populations, bien que l'expression mathématique de la moyenne du diamètre abdominal

soit un peu différente. Il faudrait compléter l'étude des moyennes par celle de la dispersion des valeurs et classer la pathologie.

Nous avons essayé d'apprécier ce que nous apportait la classification automatique en comparant les moyennes des classes I, III et V de la classification avec la moyenne établie sur l'ensemble de la population échographique non pathologique. Nous notons que la classe médiane III a une moyenne très proche de la moyenne générale, alors que la moyenne des classes I et V s'écarte en un éventail qui s'ouvre plus pour l'abdomen en fin de gestation.

Enfin, nous avons effectué une comparaison de nos courbes avec celles établies à Strasbourg et que nous utilisons jusqu'à présent dans le service. Cette comparaison montre quelques différences : Bipariétal et Thorax inférieurs mais Abdomen légèrement supérieur. Ceci prouve l'intérêt qu'il y a dans chaque service à posséder ses propres courbes.

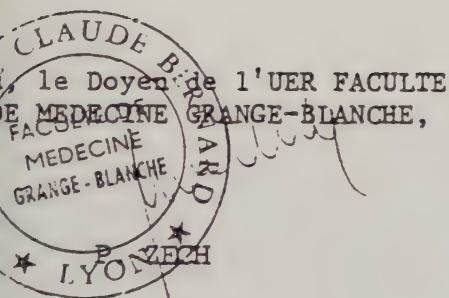
Il est dommage que notre étude ne soit que rétrospective ; cependant notre travail nous permet de préconiser une étude prospective en imposant au départ quelques conditions nécessaires, telles que :

- connaître exactement l'âge de gestation, soit en mesurant la longueur crânio-caudale vers 8 - 9 semaines, soit en mesurant le diamètre bi-pariétal vers 12-13 semaines d'aménorrhée, soit en connaissant parfaitement la date d'ovulation de la patiente.
- établir un protocole quand à la répétition des échographies et leurs dates selon l'âge de la gestation.
- faire une étude prospective comparative des grossesses normales avec celles à risque en individualisant celui-ci, car en introduisant la notion de pathologie, nous avons obligatoirement un mode d'étude qui devient rétrospectif, étude qui a aussi son intérêt.

Nous pouvons aussi tenir compte dans l'établissement de courbes de certains facteurs tels que la taille de la mère et du père, de leur poids de naissance et de ceux des enfants de la fratrie qui pourraient éventuellement intervenir dans la morphologie de l'enfant à naître ...

En définitive, notre étude reprenant 1318 dossiers échographiques (années 1978 et 1979) nous a permis d'établir une courbe de croissance moyenne pour les trois diamètres qui puisse déjà servir de référence pour la maternité de la Croix-Rousse. Cette étude était rétrospective et pourrait être améliorée. Nous avons essayé de combler nos lacunes par l'utilisation de la classification automatique. Il est aussi à considérer qu'une étude prospective introduirait un nouveau biais en sélectionnant une nouvelle population certes mieux étudiée, mais non obligatoirement plus représentative.





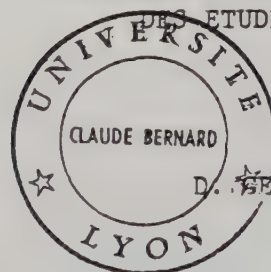
Le Président de la thèse,
(nom et signature)

[Handwritten signature]

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

LYON, le 24 NOV. 1980

Le Président de l'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD
Président du COMITE DE COORDINATION
DES ETUDES MEDICALES,



CHAPITRE VII
ICONOGRAPHIE

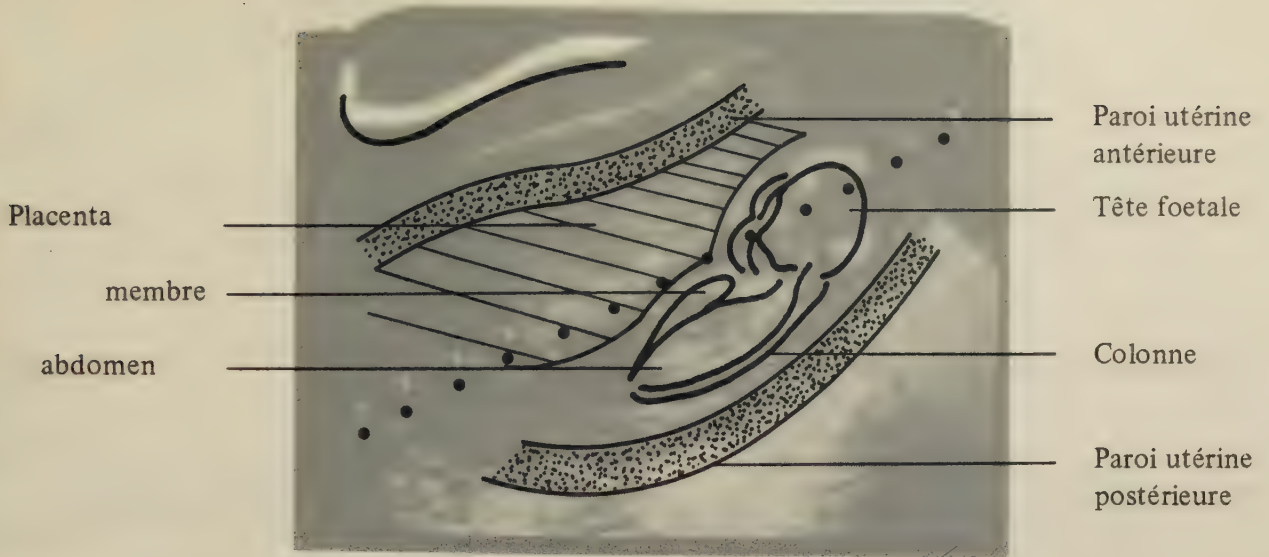


Sommaire

- Photo n° 1 : Mesure de la longueur crânio-caudale à 13 semaines d'aménorrhée.
- Photo n° 2 : Rythme cardiaque foetal en "Time-Motion" à 13 semaines d'aménorrhée.
- Photo n° 3 : Mesure du diamètre bipariétal en mode B à 30 semaines d'aménorrhée.
- Photo n° 4 : Mesure du diamètre abdominal transverse à 30 semaines d'aménorrhée.
- Photo n° 5 : Mesure du thorax à 30 semaines d'aménorrhée.

Les échographies ont été réalisées sur le combiné uni et bidimensionnel ECHOVIEW VI modifié échelle de gris PICKER (Delhomme).





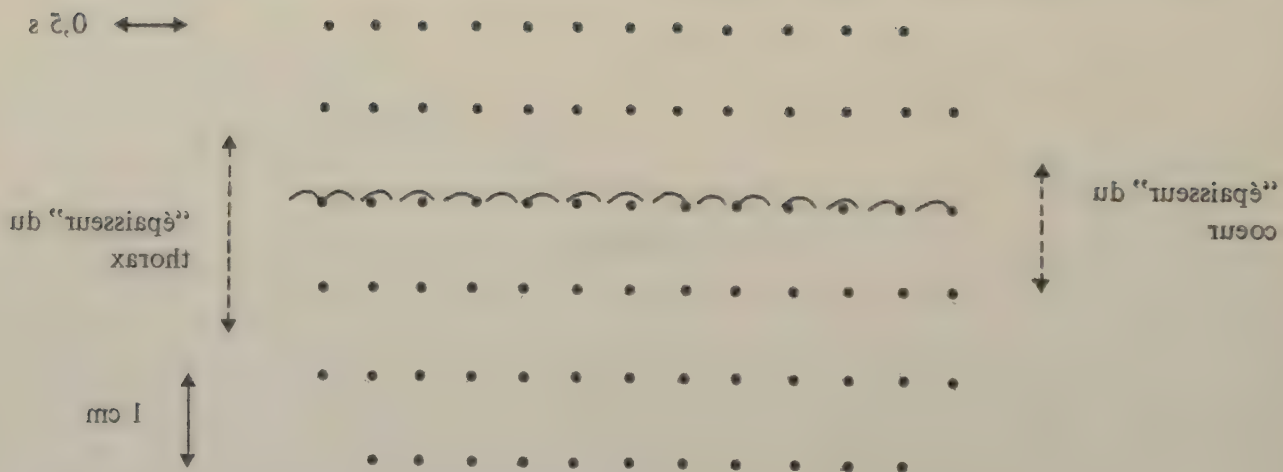
1 – MESURE DE LA LONGUEUR CRANIO-CAUDALE A 13 SA.



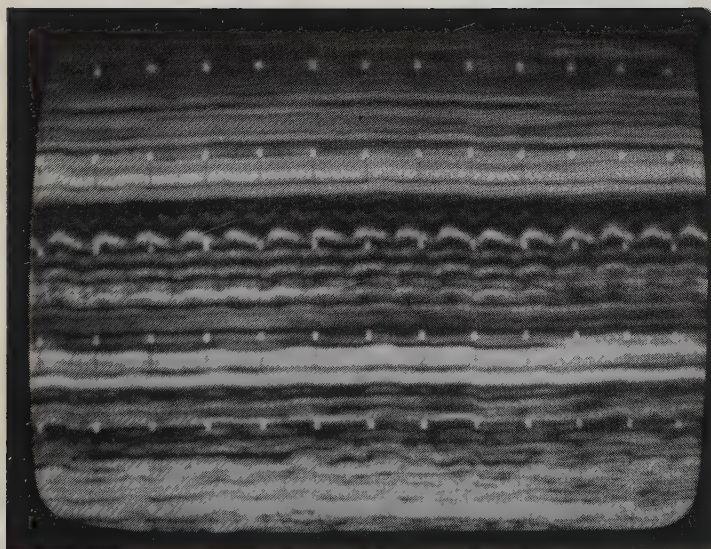
2 – RYTHME CARDIAQUE FOETAL EN TM A 13 SA.



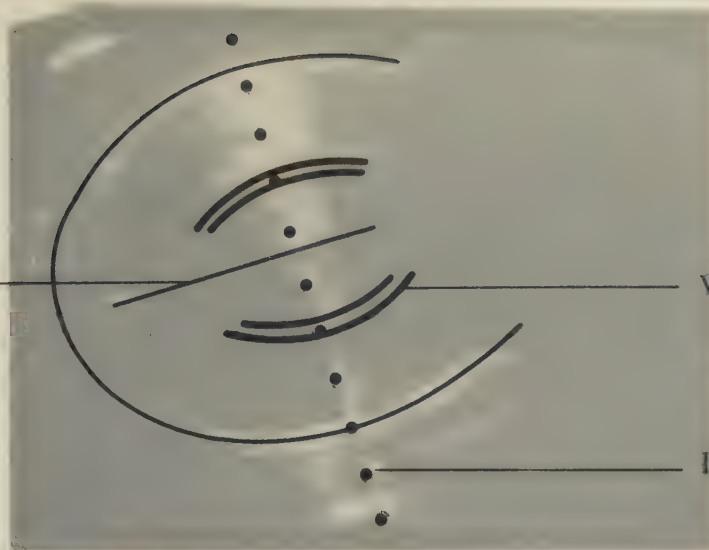
1 - MESURE DE LA LONGUEUR CRANIO-CAUDALE A 13 SA.



2 - RYTHME CARDIAQUE FŒTAL EN TM A 13 SA.



Faux
médiane
du cerveau



Ventricule latéral

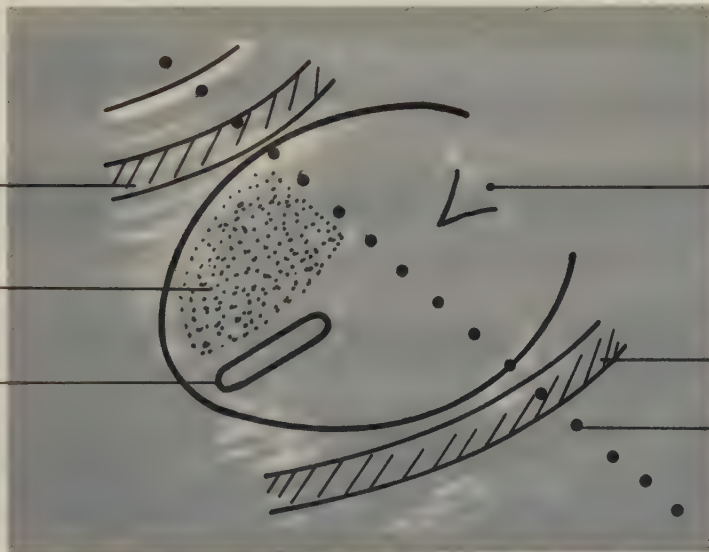
Echelle centimétrique

3 - COUPE CEPHALIQUE PASSANT PAR LE DIAMETRE BI-PARIETAL A 30 SA.

Paroi utérine
antérieure

Foie

Entrée de la
veine ombilicale.



Colonne vertébrale

Paroi utérine
postérieure

Echelle centimétrique.

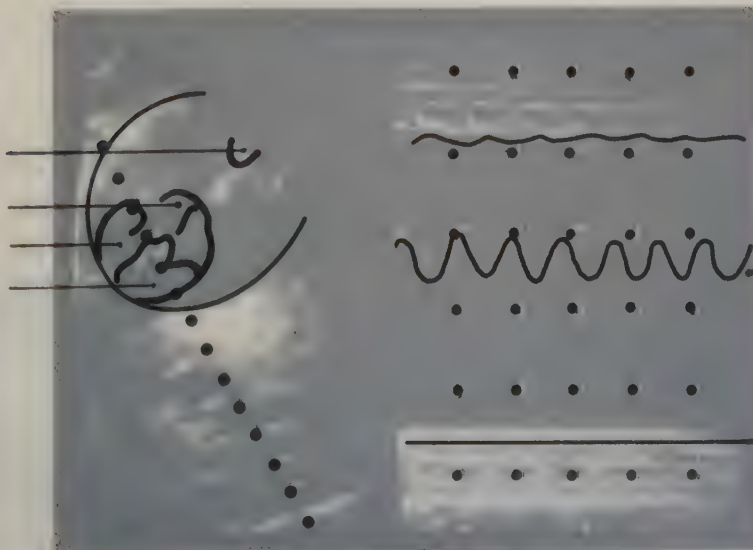
4 - COUPE ABDOMINALE PASSANT PAR LE DIAMETRE ABDOMINAL A 30 SA.

Colonne verté-
brale.

OG

VG

VD



0,5 s

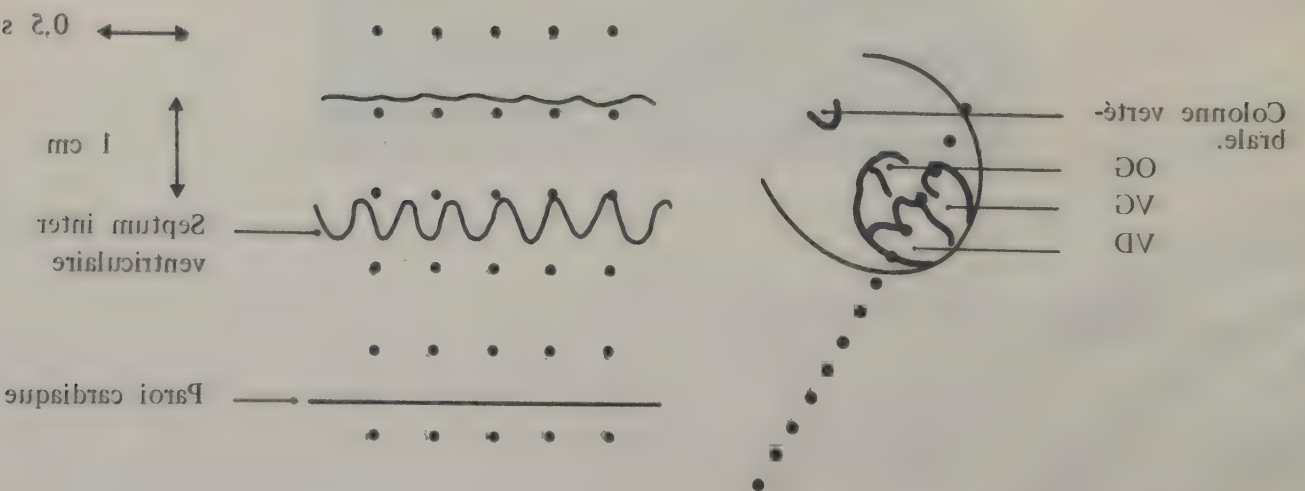
1 cm

Septum inter
ventriculaire

Paroi cardiaque

5 - COUPE THORACIQUE AU NIVEAU DU COEUR AVEC ENREGISTREMENT EN TM A

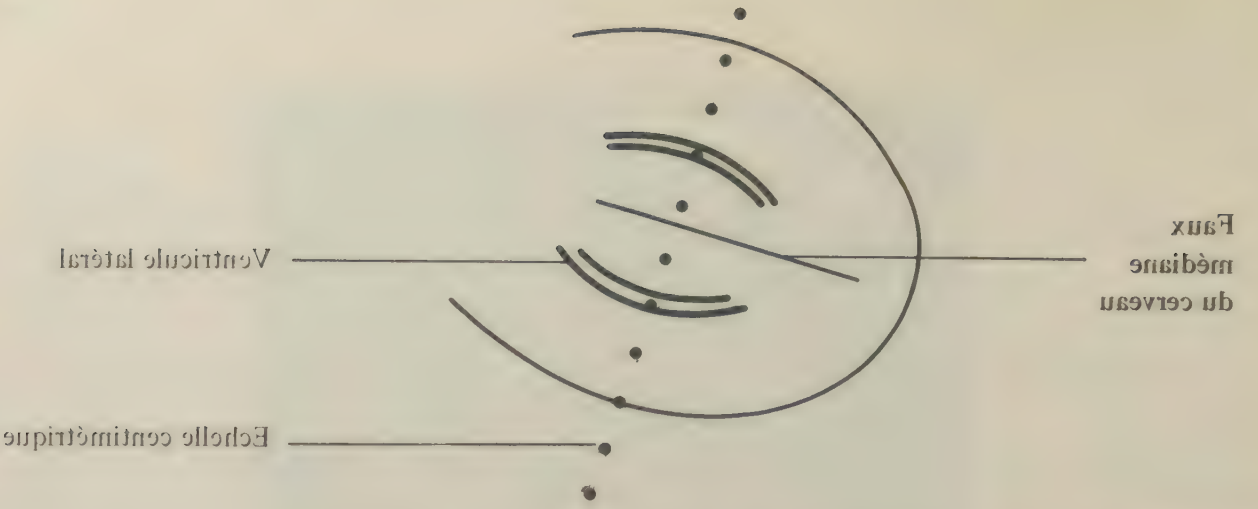
2 - COUPE THORACIQUE AU NIVEAU DU COEUR AVEC ENREGISTREMENT EN TM A

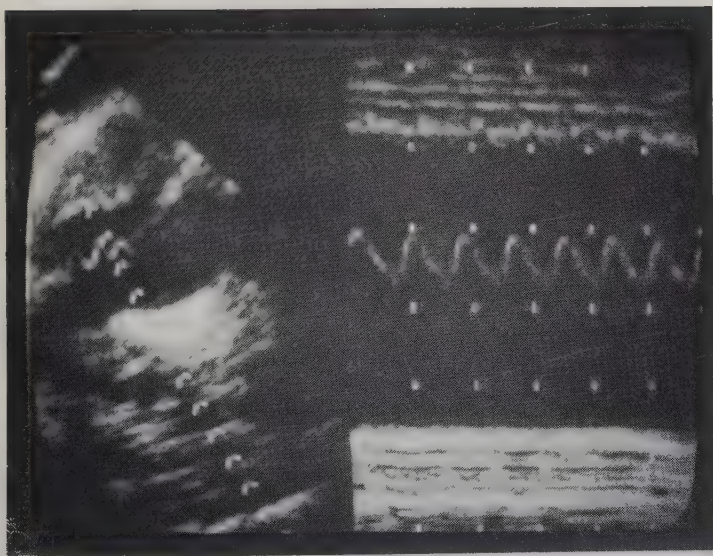


4 - COUPE ABDOMINALE PASSANT PAR LE DIAMETRE ABDOMINAL A 30 SA.



3 - COUPE CEPHALIQUE PASSANT PAR LE DIAMETRE BI-PARIETAL A 30 SA.





CHAPITRE VIII

GLOSSAIRE



1. **Ajustement** : élimination des irrégularités constatées dans des tracés ou des indices pour faire apparaître plus clairement la tendance générale.
2. **Algorithme** : suite de raisonnements ou d'opérations qui fournit la solution de certains problèmes.
3. **Biométrie** : application à l'être vivant des méthodes statistiques (mensuration du fœtus).
4. **Bi-pariétal** : diamètre crânien transversal mesuré au niveau des pariétaux.
5. **Diagramme de régression** : de y en fonction de x est formé des points moyens conditionnels $(x_i, \bar{y}_i)$. Il donne une idée de la façon dont varie en moyenne la variable y , dite dépendante, en fonction de la variable x , dite indépendante. Lorsque le diagramme de régression est linéaire ou approximativement linéaire, on peut s'efforcer de rechercher l'équation de la droite qui s'y ajuste le mieux : droite de régression (déterminée par la méthode des moindres carrés c'est-à-dire de manière à rendre minimum la somme des carrés des écarts entre les points observés et les points correspondants de la droite).
6. **Echographie ultrasonore** : exploration d'un organe par les ultrasons (oeil, thyroïde, foie, rein, utérus ...).
7. **Effectif** : nombre total d'observations.
8. **Effet Doppler** : c'est la modification de la fréquence d'une onde entre son émission et sa réception lorsqu'elle a rencontré un obstacle en mouvement. Il permet de calculer le débit d'un flux sanguin.
9. **Fréquence (d'une onde)** : nombre de vibrations par unité de temps. C'est l'inverse de la durée de la période ; elle s'exprime en cycles par seconde.
10. **Lissage** : élimination des fluctuations rapides (d'un phénomène) pour ne retenir que l'évolution moyenne : lisser 1 courbe.
11. **Médiane** : $\tilde{x}$ est un paramètre de position tel que la moitié des observations lui sont inférieures ou égales et la moitié supérieure ou égale. Pour les séries statistiques et pour les distributions non groupées (" x_i exacts"), lorsque le nombre d'observations n est impair, la médiane est l'observation de rang $(n + 1)/2$:

$$\tilde{x} = x_{(n + 1)/2}$$

Lorsque n est pair, tout nombre compris entre $x_{n/2}$ et $x_{n/2 + 1}$ répond à la définition et on convient généralement de prendre comme valeur de la médiane la moyenne arithmétique de ces 2 observations :

$$\tilde{x} = (x_{n/2} + x_{n/2 + 1})/2.$$

12. **Moyenne** : ou moyenne arithmétique désignée par le symbole $\bar{x}$ ($\bar{x}$ surligné ou x barre) est égale à la somme des valeurs observées $x_1, x_2 \dots x_n$ divisée par le nombre d'observations

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Comme chaque valeur x_i doit être prise en considération autant de fois qu'elle a été observée, cette expression devient, dans le cas des distributions de fréquences :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^P n_i x_i$$

$x_1 \dots x_P$ étant alors les valeurs observées ou les points centraux des classes.

$n_1 \dots n_P$ étant alors les fréquences correspondantes. Cette relation montre que la moyenne d'une distribution de fréquences est en réalité la moyenne des valeurs x_i , pondérées par les fréquences n_i .

13. **Nuage de points** : ou diagramme de dispersion : C'est une représentation graphique de données statistiques doubles ; obtenue en représentant chaque couple d'observation (x_i, y_i) par 1 point dans le plan (x, y) .

14. **Onde mécanique** : C'est une onde matérielle qui se propage par vibration de la matière.

15. **Piezo-électricité** : ensemble de phénomènes électriques produits par des pressions ou des déformations exercées sur certains corps.

Un cristal piezo-électrique est capable de transformer un signal électrique en onde mécanique et réciproquement.

16. **Population** : ensemble d'individus soumis à une étude statistique.

17. **Quartile ou percentile ou fractile d'une distribution théorique continue** : Le quartile d'ordre p ($0 \leq p < 1$) de la distribution d'une variable aléatoire continue X dont la fonction de répartition est $F(x)$, est la valeur x_p définie par : $F(x_p) = p$ ou, par définition de la fonction de répartition :

$$P_r (X \leq x_p) = p$$

Le premier quartile Q_1 , le second quartile Q_2 , (ou médiane) et le troisième quartile Q_3 correspondent respectivement à $p = 0,25$; $0,50$ et $0,75$.

Les percentiles correspondent aux valeurs $p = \frac{i}{100}$ ($i = 1, \dots, 100$).

Quartile d'une distribution empirique :

Les quartiles d'une distribution empirique sont définis de la même manière que pour une distribution théorique mais en utilisant la fonction de répartition empirique, en escalier, $S(x)$:

$$S(x) = \frac{\text{Nombre de valeurs expérimentales} \leq x}{\text{Nombre total de valeurs observées.}}$$

Si à une valeur p choisie ne correspond aucune valeur expérimentale x_p , le quartile empirique d'ordre p est estimé par interpolation linéaire.

18. **Segment supérieur** : mensuration allant du sommet du crâne au coccyx.

19. **Semaines d'aménorrhée** : semaines décomptées à partir du 1er jour de la date des dernières règles (la durée de la gestation normale est de 40 semaines d'aménorrhée et 3 jours).

20. **Série statistique** : énumération des observations par ordre éventuellement croissant pour présenter des données statistiques relatives à une seule variable.

21. **Sonar** : appareil de détection par le son, permettant le repérage des sous-marins.

22. **Ultrasons** : vibration acoustique de fréquence trop grande pour être audible par l'oreille humaine.

23. **Vibration** : mouvement périodique d'un système matériel autour de sa position d'équilibre.



CHAPITRE IX
BIBLIOGRAPHIE



1. BAYER H., ISSEL E.P., SCHULTE R.
 Neue Messgrößen bei der Erkennung einer intrauterinen Retardierung der Frucht
 Mittels Ultraschalldiagnostik.
 Zentralbl. Gynaekol., 94, 1169-1172, 1972.
2. BOOG G.
 L'échographie ultrasonique en pratique obstétricale.
 Thèse de Médecine, Strasbourg, n° 161, 1969.
3. BOOG G., VAN LIERDE M., SCHUMACHER J.C., KIRSTETTER L., GANDAR R.
 Céphalométrie et thoracométrie foetale au cours des grossesses pathologiques.
 Rev. Franç. Gynec. 69, 19-29, 1974.
4. BOURDET O.
 Intérêt de la mesure échographique du diamètre bi-pariétal au cours de la
 grossesse.
 Thèse 1977, Paris.
5. CAMPBELL S.
 The prédiction of fetal maturity by ultrasonic measurement of the biparietal
 diameter.
 J. Obstet. Gynaecol. Brit. Cwlth 76, 603-609, 1969.
6. CAMPBELL S., DEWHURST C.J.
 Diagnosis of the small-for-dates fetus by ultrasonic cephalometry.
 Lancet 2, 1002, 1971.
7. CAMPBELL S.
 Fetal growth.
 Clin. obst. gynaec., 1, n° 1, 41-65, 1974.
8. CAMPBELL S., WILKIN D.
 Ultrasonic measurement of fetal abdomen circumference in the estimation of fetal
 weight.
 J. Obstet. Gynaecol. Brit. Cwlth 82, 689-697, 1975.
9. CHEF R.
 Problèmes posés par la construction et l'utilisation d'une courbe de croissance
 intra-utérine.
 J. Obstet. Gyn. Biol. Repr. 1979, 8, 613-623.

10. CHESKY S.B.
Fetal weight as determined by skull circumference.
Journal A OA, 72, 998/81 - 993/83, 1973.
11. COICAUD C., THOULON J.M., DUMONT M., NAUDIN E.P.
Croissance intra utérine de jumeaux.
Congrès SFAUMB Marseille, Octobre 1979.
12. CRICHTON D.
The intra-uterine growth of fetal head after the 36th week of pregnancy.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp., 60, 233-236, 1953.
13. DAGNELIE P.
Théorie et méthodes statistiques.
Editions J. Duculot S.A., Gembloux.
14. DAVIDSON J.M., LIND T., FARR V., WITTINGHAM T.A.
The limitations of ultrasonic fetal cephalometry.
J. Obst. Gynaec. Brit. Cwlth., 80, 760-775, 1973.
15. DONALD I., MAC VICAR J., BROWN T.G.
Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound.
Lancet, 1, 1188, 1194, 1959.
16. DONALD I.
Clinical application of ultrasonic techniques in obstetrical and gynaecological diagnosis.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Cwlth, 69, 1036-1038, 1962.
17. DONALD I., LEVI S.
Present and future of diagnostic ultrasound.
Kooyker scientific publications, Rotterdam, The Netherlands, 1976.
18. GAJA R., ROUSSILLE M., DUQUESNEL C., BERLAND M.
L'échographie ultrasonique dans l'appréciation du diamètre bi-pariétal du fœtus in utero.
Cah. Med. Lyonnais Vol 49 n° 7 Fev. 1973.
19. GANDAR R., RENAUD R., BOOG G.
Le diagnostic échographique en obstétrique et en gynécologie.
In : Symposium International de Gynécologie et d'obstétrique. Luxembourg
p. 1-10, 1971.
20. GARRET W.J., ROBINSON D.E.
Fetal heart size measured in vivo by ultrasound.
Pediatrics. 46, 25-27, 1970.
21. GARRET W.J., ROBINSON D.E.
Assessment of fetal size and growth rate by ultrasonic echoscopy.
Obstet. Gynecol. 38, 523-534, 1971.

22. GRUENWALD P.
Growth of the human fetus.
Amer. J. Obstet. Gynec. 94, 1112, 1966.
23. GRYNFOGEL P.
Thoracométrie foetale en échographie ultrasonique.
Thèse Lyon 1978.
24. HANSMANN M., VOIGT V.
Ultrasonic fetal thoracometry an additional parameter for determining fetal growth.
In : 2nd world congress on ultrasonic in Medecine, Rotterdam Abstract in Excerpta Medica, Rotherdam, 1973.
25. HANSS
Action biologique des ultrasons.
Enseignement spécial d'échographie en obstétrique et gynécologie. St Maurice, 1979.
26. HELLMANN L.M.
Sources of error in sonographic fetal mensuration and estimation of growth.
Amer. J. Obstet. Gynec. 99, 662-670, 1967.
27. HINSELMANN M.
Ergebnisse der routinenmässigen Kephalometrie in der Schwangerenfürsorge.
1er Congrès Mondial sur le diagnostic ultrasonique en Médecine, Vienne, 1969.
In Ultrasonographia Medica, 3, 207, 211, 1971.
28. HODGES P.C.
Roentgen pelvimetry and fetometry.
Amer. J. Roentgenology. 37, 644-662, 1937.
29. HOLLANDER H.J.
Die ultraschalldiagnostik ; in der Schwangerschaft.
Wien, München, Berlin, Urben und Schwartzenberg, 1972.
30. INSLEER V., BERNSTEIN D., RIKOVER M., SEGAL T.
Estimation of fetal weight in utero by single external palpation.
Amer. J. Obstet. Gynec. 98, 2, 292-293, 1967.
31. ISSEL E.P., PRENZLAU P., BAYER H. et Al.
The measurement of fetal growth during pregnancy by ultrasound (B-scan).
J. Perinat. Med. 3, 269-275, 1975.
32. JACQUETIN B.
Depistage du retard de croissance intra-uterin (RCIU) par les ultrasons.
Thèse n° 83, Strasbourg 1977 (Bibliographie importante sur le R.C.I.U.).
33. JOHNSON R., TOSHACH C.
Estimation of fetal weight using longitudinal mensuration.
Amer. J. Obstet. Gynec. 68, 891-896, 1954.

34. KOHORN E.J.
An evaluation of ultrasonic fetal cephalometry.
Amer. J. Obstet. Gynec. 97, 553-559, 1967.
35. KRATOCHWILL A.
Schädigungsmöglichkeiten durch ultraschall diagnostik.
Gynäk. Rdsch 9, 240-242, 1970.
36. KRATOCHWILL A.
The state of ultrasound diagnosis in perinatal medicine.
J. Perinat. Med. 3, 75-88, 1975.
37. LEROY B., LEFORT F., KAMKAR M.
Hauteur utérine et périmètre ombilical, indices de développement utérin.
Rev. Française Gyn. Obstet. 68, 2, 83-92, 1973.
38. LEROY B., LEFORT F.
A propos du poids et de la taille des nouveau-nés à la naissance.
Revue franç. Gynec., 1971, 66, 391.
39. LEVI S.
Ultrasonodiagnostic en obstetrique. Intérêt clinique de la mesure du diamètre bi-parietal du foetus.
Gynecol. obstet. 69, 227, 238, 1970.
40. LEVI S.
Diagnostic par les ultrasons en gynécologie obstétrique.
Edition Masson 1972, Paris p. 63-64.
41. LEVI S.
Diagnostic par les ultrasons en gynécologie obstétrique.
Edition Masson, Paris 1972.
42. LEVI S., SMETS P.
Intra-utérine fetal growth studied by ultrasonic bi-parietal measurements. The percentiles of biparietal distribution.
Acta obstet. Gynec. Scand. 52, 193-198, 1973.
43. LEVI S., ERBSMANN F.
Antenatal fetal growth from the nineteenth week.
Amer. J. Obstet. Gynec. 121, 262-268, 1975.
44. LIND T.
The estimation of fetal growth and development.
Brit. J. Hosp. Med. 3, 501-506, 1970.
45. LOEFFLER F.E.
Clinical fetal growth prediction.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Cwlth., 74, 675-677, 1967.

46. LYONNET R.
Estimation du poids du fœtus.
Rev. Franç. Gynec. 27. 4, 1933.
47. MAC DONALD C., THOMAS S.
Cités par THOMPSON H.E.
M.J., Australia, 1, 357, 1953.
48. MACLER J.
La troncométrie foetale transversale.
Thèse Strasbourg 1975.
49. MACLER J., RENAUD R., ROSENTHAL C., RABARISON Y. et RUMEAU-ROUQUETTE C.
La troncométrie échographique transversale de l'abdomen du fœtus.
Technique et courbes normales. Relation entre céphalométrie et troncométrie.
Rev. Franç. Gynec., Nov. 1976, 71, n° 11, 655-661.
50. MACLER J.
Biometrie foetale.
Enseignement spécial d'échographie en obstétrique et gynécologie.
St Maurice Nov. 1979.
51. MAGNIN P., E.P. NAUDIN, THOULON J.M.
Radiodiagnostic obstetrical.
Expansion scientifique 1975.
52. MAMELLE N., LAUMON B., MAMELLE J.C., CHARVET F.
Poids, taille, périmètres crânien et thoracique, diamètre bi-pariétal du nouveau-né.
En fonction de l'âge gestationnel, du poids, de la taille et de la prise pondérale de la mère
Arch. Franç. Pediat., 1978, 35, 972.
53. MAMELLE N., LAZAR P.
Etude allométrique de la croissance relative de la tête et du corps chez le fœtus et le nouveau-né.
J. Gyn. Obst. Biol. Repr., 1979, 8, 703-709.
54. MENGERT W.F., KORKMAS M.V.
Cités par THOMPSON H.E.
Amer. J. Obstet. Gynec. 74, 151, 1957.
55. OGITA S., KAMEI T., SUGAWA T.
Estimation of fetal weight by fetography.
Amer J. Obstet. Gynec., 127, 1, 37-42, 1977.
56. PINAUD M.F.
Le retard de croissance intra-utérin.
Thèse Med. Paris, 1967.

57. PITKIN R.M.
Prenatal estimation of fetal maturity.
Int. J. Gyn. Obstet., 7, 4, 257, 1969.
58. POULOS P.P., LANGSTADT J.R.
The volume of the uterus during labor and its correlation with birth weight.
Amer. J. Obstet. Gynec. 65, 2, 233-244, 1953.
59. PUJALTE
Intérêt des examens échographiques en pratique obstétricale.
Thèse Lyon 1972.
60. QUEENAN J.T., KUBARYCK S.F., COOK L.N. et al.
Diagnosis ultrasound for detection of intra-uterine growth retardation.
Amer. J. Obstet. Gynec. 124, 871, 1976.
61. REECE L.N.
The estimation of fetal maturity by a new method of Xray cephalometry.
Proc. Roy. Soc. Med. 28. 498-504, 1935.
62. ROBINSON D.E., GARRET W.J.
Evolution de la taille foetale et du rythme de croissance par échoscopie ultrasonique.
Obst. and Gynec., oct. 1971, 38, n° 4, 525-534, 17 fig. (Bibliogr.).
63. SCAMMON R.F., CALKINS L.A.
The development and growth of the external dimensions of the human body in the fetal period.
Minneapolis University of Minnesota Press, 116, 1929.
64. SCHER E.
Evaluation of cephalometry by ultrasound in breech presentation.
Amer. J. Obstet. Gynec. 103, 1125-1130, 1969.
65. SCHLENSKER K.H.
Eine Ultraschallmethodik Zur Thoracometrie beim Feten.
Geburtsh. U. Frauenheilk 33, 440-446, 1973.
66. SFP
Effets biologiques des rayonnements non ionisants. Utilisation et risques associés.
Société Française de radioprotection IXe Congrès International Nainville. Les Roches, Mai 78.
67. SZEBOCK Z.
Neue Röntgen methode zur Bestimmung von Länge und Entwicklungsgrad des intra uterinen fetus.
Zbl. Gynäk, 79, 1295-1298, 1957.
68. THOMPSON H.E., HOLMES J.H., GOTTESFELD K.R., TAYLOR S.
Fetal development as determined by ultrasonic pulse echo techniques.
Amer. J. Obstet. Gynec. 92, 44-52, 1965.

69. THOMPSON H.E., MAKOWSKI E.L.
 Estimation of birth weight and gestational age.
 Obstet. and Gynec. 37, 1, 44-47, 1971.

70. Ultrasonologie Diagnostique
 Echographie et Doppler.
 Edition la Transduction 1979, Nîmes.

71. VITSE M., BOULANGER J.C., CHAUMONT J., VIX O., MARQUIS P., CLOSSET P.
 Méthode d'appréciation du RCIU en échotomographie.
 In : Soirées échographiques gynecol. obstétricales.
 n° 6, Ed. Glaxo, 1977.

72. WEGRAD H.
 Eine methode die Kindeslänge in uterus durch Röntgen aunaahmen Zu bestimmen.
 Zbl. Gynäk. 61, 373-383, 1937.

73. WESTIN B.
 Gravidogram and fetal growth.
 Acta. Obstet. Gynec. Scand. Suppl. 1977.

74. WHETAM J.C.G., MUGGAH H., DAVIDSON S.
 Assessment of intra-uterine growth retardation by diagnostic ultrasound.
 Amer. J. Obstet. Gynec. 125, 577-580, 1976.

75. WILLOCKS J.
 The use of ultrasonic cephalometry.
 Proc. Roy. Soc. Med. 55, 640-643, 1962.

76. WILLOCKS J., DONALD I., CAMPBELL S., DUNSMORE I.R.
 Intrauterine growth assessed by ultrasonic fetal cephalometry.
 J. Obst. Gynec. Brit. Cwlth 74, 5, 639-647, 1967.



